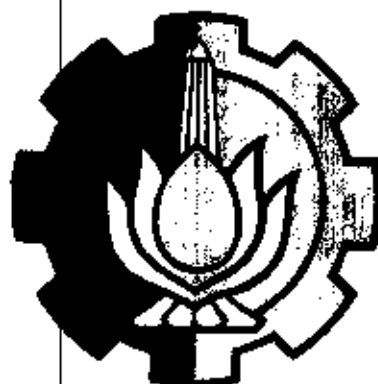




TUGAS AKHIR

PENGARUH MINYAK TERHADAP DEPOLUSI AIR LIMBAH
PABRIK KERTAS DALAM REAKTOR ALAM TANAH



RSL

628-3

Enp

P-1

1992

Oleh:

Hari Suprijono

Nrp : 3863300087

PERPUSTAKAAN ITS	
Tgl. Terima	14-4-2003
Terima Dari	H
No. Agenda Prp.	217494

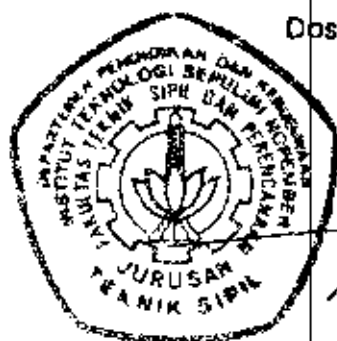
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
1992

TUGAS AKHIR

PENGARUH MINYAK TERHADAP DEPOLUSI AIR LIMBAH
PABRIK KERTAS DALAM REAKTOR ALAM TANAH

Mengetahui/Menyetujui :

Dosen Pembimbing



Ir. SARWOKO M, MSc Es

NIP. 131 415 730

PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
1992

ABSTRAK

Pengadukan tanah untuk pemulihan reaktor alam tanah dengan menggunakan alat-alat berat seperti traktor ataupun bulldozer tidak terlepas dengan terjadinya tumpahan minyak bahan bakar atau minyak pelumas pada saat pengerjaan pengadukan tanah. Untuk mengantisipasi terjadinya polusi oleh tumpahan minyak tersebut ke dalam tanah perlu dikaji untuk mengetahui pengaruhnya terhadap depolusi air limbah ke dalam tanah.

Sebagai parameter uji adalah digunakan minyak pelumas, minyak tanah dan minyak solar yang terutama paling banyak digunakan oleh umum maupun industri. Adapun cara pengujiannya ialah dengan mencampurkan minyak ke dalam tanah dengan berbagai macam konsentrasi kemudian dilakukan uji batch dan diteruskan dengan continuous flow.

Dari hasil penelitian secara laboratoris diperoleh konsentrasi optimum minyak pelumas 80%, minyak tanah 70% dan minyak solar 70%. Dan ketiga jenis minyak tersebut memiliki kelarutan dalam air yang berbeda yaitu : minyak pelumas 1457, minyak tanah 1873, dan minyak solar 1717 mg/l. Berdasarkan efisiensi removalnya pada reaktor vertikal maupun reaktor horizontal depolusi air limbah pada tanah tercampur minyak ada kecenderungan penurunan efisiensi jika dibanding dengan reaktor tanah tanpa campuran minyak. /

KATA PENGANTAR

Atas berkat Rahmad Allah Yang Maha Kuasa yang telah memberikan berkah, akhirnya Tugas Akhir penelitian dengan judul "Pengaruh Minyak Terhadap Depolusi Air Limbah Pabrik Kertas Dalam Reaktor Alam Tanah", dapat diselesaikan dengan baik. Penyelesaian tugas akhir ini tentunya tidak terlepas dari bantuan banyak pihak, dan kiranya hanya Allah yang dapat memberi balasannya yang terbaik. Yang dapat saya lakukan hanyalah mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

- Bapak Ir Sarwoko M. MSc.E.S, selaku dosen pembimbing
- Bapak Dr. Ir Wahyono Hadi MSc, selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan
- Ibu Ir. Nieke Karnaningroem, selaku Sekertaris Jurusan dan dosen wali
- Bapak Ir. J.B Widiadi MSc, selaku Kepala Laboratorium Teknik Lingkungan, FTSP-ITS
- Bapak dan Ibu dosen di lingkungan program studi Teknik Lingkungan
- Segenap karyawan di laboratorium Tekpnik Lingkungan

- Bapak Ir. Efendi dan Pimpinan industri pabrik kertas PT Pakerin
- Segenap karyawan PT Pakerin pengantar sample
- Dan rekan-rekan mahasiswa Teknik Lingkuagn, yang tak dapat saya sebutkan satu persatu

yang telah memberi bantuan baik moril maupun materiil.

Akhirnya penulis menyadari bahwa masih banyak terdapat kekurangan dalam penyusunan Tugas Akhir ini. Oleh sebab itu, tanggapan, saran ataupun kritik yang membangun sangat diharapkan untuk dapat menyempurnakannya.

Surabaya, September 1982

Penulis

(Hari Suprijono)

DAFTAR GRAFIK

GRAFIK 4.01	Perbandingan COD Non Steril dan Steril Pada Minyak Pelumas	IV-7
GRAFIK 4.02	Perbandingan BOD Non Steril dan Steril Pada Minyak Pelumas	IV-7
GRAFIK 4.03	Perbandingan O&G Non Steril dan Steril Pada minyak Pelumas	IV-7
GRAFIK 4.04	Perbandingan COD Non Steril dan Steril Pada Minyak Tanah	IV-8
GRAFIK 4.05	Perbandingan BOD Non Steril dan Steril Pada Minyak Tanah	IV-8
GRAFIK 4.06	Perbandingan O&G Non Steril dan Steril Pada Minyak Tanah	IV-8
GRAFIK 4.07	Perbandingan COD Non Steril dan Steril Pada Minyak Solar	IV-9
GRAFIK 4.08	Perbandingan BOD Non Steril dan Steril Pada Minyak Solar	IV-9
GRAFIK 4.09	Perbandingan O&G Non Steril dan Steril Pada Minyak Solar	IV-9
GRAFIK 4.10	Pengukuran ke I Pertumbuhan Mikroba Aliran Horizontal Kanan	IV-15
GRAFIK 4.11	Pengukuran ke II Pertumbuhan Mikroba Aliran Horizontal Kanan	IV-15
GRAFIK 4.12	Pengukuran ke III Pertumbuhan Mikroba Aliran Horizontal Kanan	IV-15
GRAFIK 4.13	Pengukuran ke I Pertumbuhan Mikroba Aliran Horizontal Kiri	IV-16
GRAFIK 4.14	Pengukuran ke II Pertumbuhan Mikroba Aliran Horizontal Kiri	IV-16
GRAFIK 4.15	Pengukuran ke III Pertumbuhan Mikroba Aliran Horizontal Kiri	IV-16
GRAFIK 4.16	Pengukuran ke I Pertumbuhan Mikroba Aliran Vertikal	IV-17
GRAFIK 4.17	Pengukuran ke II Pertumbuhan Mikroba Aliran Vertikal	IV-17
GRAFIK 4.18	Pengukuran ke III Pertumbuhan Mikroba Aliran Vertikal	IV-17
GRAFIK 4.19	Pengukuran ke I Efisiensi Depolusi Pada Aliran Vertikal	IV-21
GRAFIK 4.20	Pengukuran ke II Efisiensi Depolusi Pada Aliran Vertikal	IV-22
GRAFIK 4.21	Pengukuran ke III Efisiensi Depolusi Pada Aliran Vertikal	IV-23
GRAFIK 4.22	Pengukuran ke I Efisiensi Depolusi Pada Aliran Horizontal	IV-24

GRAFIK 4.23 Pengukuran ke II Efisiensi Depolusi Pada
Aliran Horizontal
GRAFIK 4.24 Pengukuran ke III Efisiensi Depolusi Pada
Aliran Horizontal

IV-25

IV-26

DAFTAR ISI

ABSTRAK

KATA PENGANTAR

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL

DAFTAR GAMBAR

DAFTAR GRAFIK

DAFTAR LAMPIRAN

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang	I-1
1.2. Ide Studi	I-1
1.3. Hipotesa	I-2
1.4. Ruang Lingkup Dan Tujuan	I-3

BAB II STUDI PUSTAKA

2.1. TANAH	II-1
2.1.1. Fisik Tanah	II-1
2.1.1.1. Sifat Fisik Jenis-Jenis Tanah	II-2
2.1.1.2. Kelas Tanah Dan Nama-Nama Tekstur Tanah	II-3
2.1.1.3. Konduktivitas Hidraulik	II-5
2.1.2. Kimia Tanah	II-9
2.1.2.1. Pertukaran Kation	II-10
2.1.2.2. Pertukaran anion	II-10
2.1.3. Biologi Tanah	II-12
2.2. MINYAK DAN LEMAK	II-13
2.2.1. Hidrolisa	II-13
2.2.2. Oksidasi	II-14
2.2.3. Hidrogenisasi	II-15
2.2.4. Dekomposisi Minyak Dan Lemak Oleh Mikroba	II-16
2.2.5. Kelarutan Minyak	II-17
2.3. DEPOLUSI AIR LIMBAH DALAM TANAH	II-16
2.3.1. Proses Fisik	II-19
2.3.2. Proses Kimia	II-19
2.3.3. Proses Biologi	II-20
2.4. EKOTOKSITAS	II-22

BAB III MATERIAL DAN METODE

3.1. MATERIAL	III-1
3.1.1. Tanah	III-1
3.1.2. Limbah	III-1
3.1.3. Minyak	III-1
3.2. METODE	III-1
3.3. PERSIAPAN	III-2
3.3.1. Penyiapan Media Tanah	III-2
3.3.2. Penyiapan Air Limbah	III-2
3.3.3. Penyiapan Kultur Media	III-3
3.4. Pengujian Hidrofilik Minyak	III-3
3.5. Pengujian Limbah Dalam Reaktor Tanah Dengan Campuran Minyak Secara Batch Proses	III-4
3.5.1. Perlakuan Non steril	III-4
3.5.2. Perlakuan steril	III-5
3.5. Pengujian Limbah Dalam Reaktor Tanah Dengan Campuran Minyak Secara Kontinyu	III-6

BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

4.1. Analisa Tanah	IV-1
4.2. Hidrofilik Minyak	IV-1
4.3. Batch Proses	IV-4
4.3.1. Perlakuan Non Steril	IV-4
4.3.2. Perlakuan Steril	IV-6
4.4. PROSES DEPOLUSI	IV-11
4.4.1. Depolusi Aliran Vertikal	IV-11
4.4.2. Depolusi Aliran Horizontal	IV-12
4.5. PROSES DEPOLUSI BERDASARKAN UJI EKOTOKSITAS ...	IV-14
4.6. EFISIENSI PROSES DEPOLUSI	IV-20
4.7. KONDUKTIVITAS HIDRAULIK	IV-29

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

TABEL 2.01 Kelas-kelas Konduktivitas Hidraulik	II-7
TABEL 4.01 Hidrofilik Minyak	IV-2



DAFTAR GAMBAR

GAMBAR 2.01 Hubungan butir tanah terhadap sifat fisik	II-3
GAMBAR 2.02 Segitiga Tekstur Tanah	II-4
GAMBAR 4.01 Depolusi Reaktor Vertikal	IV-12
GAMBAR 4.02 Media Efektif Reaktor Horizontal	IV-24
GAMBAR 4.03 Media Efektif Reaktor Vertikal	IV-25
GAMBAR 4.04 Reaktor Vertikal	IV-29
GAMBAR 4.05 Reaktor Horizontal	IV-29

LAMPIRAN

Lampiran 1.	TABEL L.01	Tabulasi Data Batch Proses Air Limbah + Tanah Tanpa Minyak
Lampiran 2.	TABEL L.02	Tabulasi Batch Proses Air Limbah Pada Minyak Pelumas
Lampiran 3.	TABEL L.03	Tabulasi Batch Proses Air Limbah Pada Minyak Tanah
Lampiran 4.	TABEL L.04	Tabulasi Batch Proses Air Limbah Pada Minyak Solar
Lampiran 5.	TABEL L.05	Tabulasi Batch Proses Air Bersih Pada Minyak Pelumas
Lampiran 6.	TABEL L.06	Tabulasi Batch Proses Air Bersih Pada Minyak Tanah
Lampiran 7.	TABEL L.07	Tabulasi Batch Proses Air Bersih Pada Minyak Solar
Lampiran 8.	TABEL L.08	Depolusi Aliran Vertikal Air Limbah
Lampiran 9.	TABEL L.09	Depolusi Aliran Vertikal Minyak Pelumas Pengukuran ke I
Lampiran 10	TABEL L.10	Depolusi Aliran Vertikal Minyak Pelumas Pengukuran ke II
Lampiran 11	TABEL L.11	Depolusi Aliran Vertikal Minyak Pelumas Pengukuran ke III
Lampiran 12	TABEL L.12	Depolusi Aliran Vertikal Minyak Tanah Pengukuran ke I
Lampiran 13	TABEL L.13	Depolusi Aliran Vertikal Minyak Tanah Pengukuran ke II
Lampiran 14	TABEL L.14	Depolusi Aliran Vertikal Minyak Tanah Pengukuran ke III
Lampiran 15	TABEL L.15	Depolusi Aliran Vertikal Minyak Solar Pengukuran ke I
Lampiran 16	TABEL L.16	Depolusi Aliran Vertikal Minyak Solar Pengukuran ke II
Lampiran 17	TABEL L.17	Depolusi Aliran Vertikal Minyak Solar Pengukuran ke III
Lampiran 18	TABEL L.18	Depolusi Aliran Horizontal Air Limbah
Lampiran 19	TABEL L.19	Depolusi Aliran Horizontal Minyak Pelumas Pengukuran ke I
Lampiran 20	TABEL L.20	Depolusi Aliran Horizontal Minyak Pelumas Pengukuran ke II
Lampiran 21	TABEL L.21	Depolusi Aliran Horizontal Minyak Pelumas Pengukuran ke III
Lampiran 22	TABEL L.22	Depolusi Aliran Horizontal Minyak Tanah Pengukuran ke I
Lampiran 23	TABEL L.23	Depolusi Aliran Horizontal Minyak Tanah Pengukuran ke II

Lampiran 24 TABEL L.24 Depolusi Aliran Horizontal Minyak Tanah.
Pengukuran ke III
Lampiran 25 TABEL L.25 Depolusi Aliran Horizontal Minyak Solar
Pengukuran ke I
Lampiran 26 TABEL L.26 Depolusi Aliran Horizontal Minyak Solar
Pengukuran ke II
Lampiran 27 TABEL L.27 Depolusi Aliran Horizontal Minyak Solar
Pengukuran ke III
Lampiran 28 BAKU MUTU SK GUB JATIM 414/1987 GOL I

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. LATAR BELAKANG

Perhatian besar pemerintah saat ini adalah meningkatkan devisa negara dengan mempermudah industrialisasi untuk berkembang, akan tetapi dibalik itu semua faktor lingkungan tidak bisa dikesampingkan begitu saja.

Salah satu permasalahan lingkungan saat ini yang sangat mendesak penanganannya adalah masalah air limbah industri. Banyak teknologi pengolah limbah yang mempergunakan teknologi canggih dengan efisiensi tinggi, akan tetapi sering menjadi hambatan dalam pengadaannya disebabkan tingginya faktor biaya. Reaktor alam tanah sebagai salah satu terobosan yang diharapkan merupakan suatu teknologi yang murah, sederhana dan mudah dalam pengoperasian dan perawatannya.

1.2. IDE STUDI

Tanah mempunyai komposisi kimia, fisik, dan biologi yang teramat kompleks, yang terdiri dari elemen-elemen bahan mineral, zat organik, air, udara, dan mikroba yang masing-masing

mempunyai tugas spesifik dalam mengeliminasi polutan air limbah. Air limbah yang berasal dari manapun juga mempunyai kandungan material organik yang menjadi sumber nutrisi bagi mikroba.

Polutan minyak sebagai senyawa hidrokarbon adalah sulit untuk didegradasi oleh mikroba di dalam tanah ataupun di perairan, hal ini karena keterbatasan konsentrasi Nitrogen dan Fosfor yang rendah.

Sebagai langkah utama yang diharapkan dalam riset ini adalah menyediakan nutrisi N dan P yang cukup dengan menambahkan air limbah ke dalam tanah yang jenuh dengan minyak, sehingga akan terjadi efektifitas depolusi air limbah dan minyak dalam tanah. /

1.3. HIPOTESA

Kerusakan minyak atau lemak dapat disebabkan oleh 4 faktor yaitu: absorpsi bau oleh minyak atau lemak, aksi oleh enzim, aksi oleh mikroba dan oksidasi oleh oksigen udara atau kombinasi dari dua atau lebih dari penyebab kerusakan tersebut di atas.

Mikroba tanah dalam mengeliminasi minyak membutuhkan nutrisi berupa karbon, nitrogen dan fosfor dengan perbandingan yang optimum $C/N/P = 200/10/1$. Keberadaan nutrisi tersebut terutama nitrogen (0.4%) dan fosfor (0.1%) dalam tanah sangatlah

rendah. Dengan mengetahui sifat tersebut, maka dapat diambil hipotesa :

Penambahan air limbah ke dalam tanah yang mengandung minyak akan mempercepat proses terjadinya degradasi minyak oleh mikroba dan depolusi air limbah karena terjadinya penggunaan sejumlah nutrien oleh mikroba.

1.4. TUJUAN DAN RUANG LINGKUP

1.4.1. Tujuan Studi

1. Mengetahui kelarutan minyak dalam air.
2. Mengetahui batasan maksimum penggunaan minyak sebagai campuran tanah yang tidak mempengaruhi proses depolusi air limbah dalam tanah.
3. Mengetahui ekotoksitas bakteri *clostridium* pada reaktor tanah.
4. Mengetahui konduktivitas hidraulik pada aliran kontinyu.

1.4.2. Ruang Lingkup

1. Air limbah yang dipergunakan dalam riset ini adalah limbah murni dari Pabrik Kertas PT Pakerin.
2. Proses depolusi air limbah di amati pada dua kondisi menggunakan minyak dan tanpa minyak.

2. Proses depolusi air limbah di amati pada dua kondisi menggunakan minyak dan tanpa minyak.
3. Proses depolusi dilakukan dalam dua proses, secara kontinyu dan batch proses.
4. Parameter uji yang diteliti adalah parameter kunci yang meliputi : Kandungan Minyak dan Lemak (O&G), Kebutuhan Oksigen Biologis (BOD) dan Kebutuhan Oksigen Kimiawi (COD).

BAB II

STUDI PUSTAKA

Pengaliran air limbah ke dalam tanah telah banyak dilakukan di negara-negara maju yang umumnya lebih dikenal dengan metoda pengaliran secara *slow rate*, *rapid infiltration* dan *overland flow*. Pada prinsipnya proses pengolahan atau depolusi air limbah dalam tanah adalah secara fisik, kimia dan biologi.

Pada penelitian ini penekanan dititik beratkan pada kemampuan tanah dalam mereduksi bahan-bahan pencemar yang berasal dari limbah industri pabrik kertas terutama adalah pengaruh keberadaan minyak dalam limbah dengan cara membandingkan kualitas influen dan efluen setelah melalui reaktor tanah.

2.1. TANAH

2.1.1. Fisik Tanah

Sifat fisik tanah mempunyai banyak kemungkinan untuk dapat digunakan sesuai dengan kemampuannya yang dibebankan kepadanya. Kemampuan untuk menjadi keras dan menyangga kapasitas drainase dan kapasitas untuk melakukan drainase dan menyimpan air, plastisitas, kemudahan untuk ditembus akar, aerasi dan kemampuan

menahan retensi unsur-unsur tanaman, semuanya erat hubungannya dengan kondisi fisik tanah.

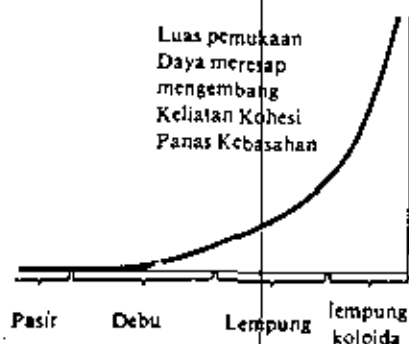
2.1.1.1. Sifat Fisik Jenis-Jenis Tanah

Jenis yang kasar. Batu kerikil dan pasir karena besarnya berperan sebagai butir-butir yang terpisah. Besar batu dan kerikil berkisar dari 2 mm ke atas dan bentuknya agak membulat, bersudut tidak teratur atau dapat juga gepeng-gepeng. Butir-butir pasir dapat juga membulat atau sangat tidak teratur tergantung pada abrasi yang didiami. Kalau tidak dilapisi oleh lempung, butir-butir itu praktis tidak memperlihatkan sifat liat dan lekat, karena itu tidak banyak dipengaruhi oleh perubahan kandungan air. Daya menahan air rendah dan karena ruang-ruang diantara butir-butir besar, daya pelulusan air juga besar. Karena itu drainase dapat lancar dan lalu lintas berjalan dengan baik. Tanah-tanah yang dikuasai oleh pasir atau kerikil sifatnya terbuka, drainase dan aerasi berjalan baik sebab itu dalam keadaan lepas dan gembur.

Lempung dan debu. Bentuk butir-butir lempung biasanya seperti mika dan kalau mengandung cukup air menjadi sangat liat. Kalau air yang dikandungnya cukup banyak, lempung itu akan mengembang dan menjadi lekat. Kalau mengering ia akan berkerut dan mengabsorpsi banyak sekali energi. Jika menjadi basah

kembali terjadi pengembangan dengan melepaskan panas. Daya adsorpsi lempung terhadap air, gas, dan garam terlarut, sangatlah besar. Diagram pada gambar 2-1 menunjukkan bagaimana meningkatnya sifat itu, jika butir-butir menjadi lebih kecil.

Gambar 2-1.



Makin halus tekstur tanah makin besar efektivitas permukaan yang diperlihatkan oleh butir-butirnya. Perhatikan bahwa daya adsorpsi, daya mengembang, dan sifat-sifat fisik lain mengikuti kecenderungan yang sama dan intensitasnya mendekati ukuran koloida.

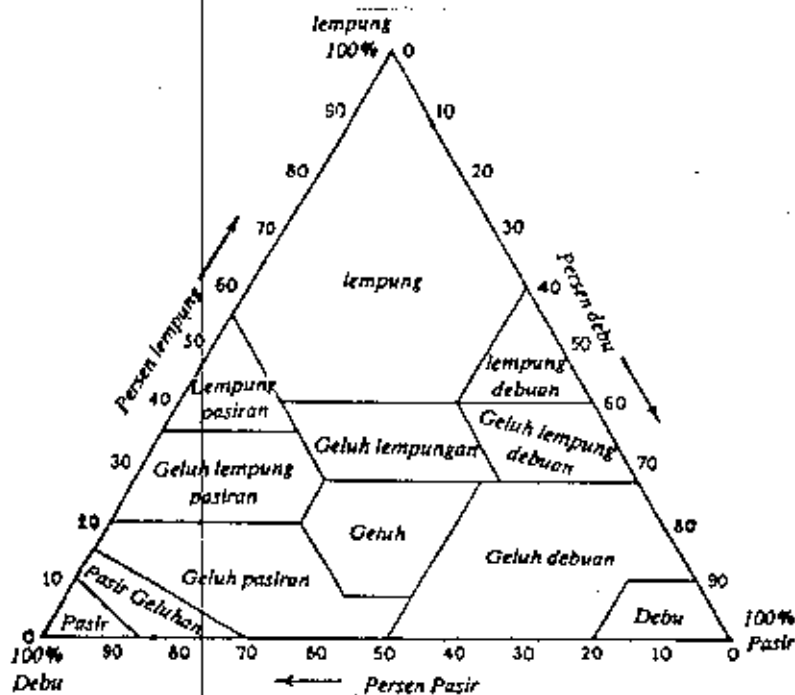
2.1.1.2. Kelas Tanah Dan Nama-Nama Tekstur Tanah

Karena tanah terdiri dari butir-butir yang berbeda dalam ukuran dan bentuk, diperlukan istilah-istilah khusus yang akan memberikan ide tentang sifat teksturnya dan akan memberikan petunjuk tentang sifat fisiknya. Tiga golongan pokok tanah yang kini umum dikenal ialah pasir, geluh, dan lempung.

Pasir. Golongan pasir mencakup semua tanah yang pasirnya meliputi 70% atau lebih dari berat tanah itu.

Lempung. Tanah ditentukan sebagai tanah lempung jika paling sedikit mengandung 35% lempung, setidaknya 40%.

Geluh. Geluh mengandung banyak sub-sub bagian dan lebih sukar untuk menerangkan. Geluh yang ideal dapat ditentukan sebagai campuran pasir debu dan lempung yang memiliki ringan dan berat dalam perbandingan yang sama. Secara garis besar ia adalah campuran setengah-setengah.



Gambar 2-2. Segitiga Tekstur Tanah

Sumber : Henry D. Foth. Dasar-dasar Ilmu Tanah.
Gajah Mada University Press.

Untuk mengetahui klasifikasi tanah selain dengan cara lapangan (umumnya digunakan untuk menentukan kelas suatu tanah dengan naluri), dapat juga dilakukan dengan analisa mekanik yang kemudian diplotkan ke segitiga tekstur tanah (gambar 2-2) yang menunjukkan batasan pasir, liat dan debu.

2.1.1.3. KONDUKTIVITAS HIDROLIK

Tanah adalah merupakan susunan butiran padat dan pori-pori yang saling berhubungan satu sama lain sehingga air yang mengalir dari satu titik yang mempunyai energi lebih tinggi ke titik yang mempunyai energi lebih rendah.

Untuk mengetahui debit air yang mengalir melalui media berbutir Darcy merumuskan kecepatan rembesan atau Konduktivitas Hidraulik dengan formula sebagai berikut :

$$\frac{Q}{A} = K i$$

$$K = \frac{Q}{A i}$$

dimana

Q = debit air, yaitu volume air persatuan waktu yang melalui media berbutir (m^3/dt).

A = Luas penampang media berbutir tegak lurus arah aliran air (m^2).

i = Beda tinggi air antara titik masukan dan titik keluaran media berbutir ($h+L$) per tinggi media berbutir (L) (m/m).

K = konduktivitas hidrolik, yang menyatakan kemampuan media berbutir meloloskan air dari titik masukan ke titik keluaran media ($m^3/m^2/dt$).

Konduktifitas hidrolik adalah tergantung pada beberapa faktor, yaitu: kekentalan cairan, distribusi ukuran pori, distribusi ukuran butir, angka pori, kekasaran permukaan butiran tanah, dan derajat kejenuhan tanah. Pada tanah berlempung, struktur tanah memegang peranan penting dalam menentukan konduktifitas hidrolik. Faktor-faktor lain yang mempengaruhi sifat konduktifitas tanah lempung adalah konsentrasi ion dan ketebalan lapisan air yang menempel pada butiran lempung. Untuk mengetahui berbagai macam kelas-kelas konduktivitas hidrolik untuk gerakan vertikal dapat dilihat pada tabel 2-1.

Tabel 2-1. Kelas-kelas Konduktivitas Hidraulik

Kelas	Konduktivitas (cm/jam)
Sangat tinggi	36
Tinggi	3.6 - 36
Sedang	0.36 - 3.6
Agak rendah	0.036 - 0.36
Rendah	0.0036 - 0.036
sangat rendah	> 0.0036

Konduktifitas hidraulik dapat berubah setiap saat yang berjalan sesuai dengan waktu, hal ini disebabkan karena terjadinya proses secara fisik, kimia dan biologi didalam tanah.

Gejala perubahan konduktifitas hidrollik atas waktu dapat diterangkan sebagai berikut:

1. Fase I : konduktifitas hidraulik menurun dalam waktu singkat disebabkan faktor fisik udara dalam pori, yang menghambat pelolosan air. Fase ini biasanya terjadi pada saat awal pengamatan, media berbutir dalam kondisi tak jenuh air.
2. Fase II : Konduktifitas hidraulik meningkat disebabkan udara terperangkap itu telah terlarut dalam air atau

lolos ke atmosfer. Waktunya tergantung pada kelarutan spesies udara dalam media berbutir itu dan volatilitasnya. Akhir fase ini dikatakan bahwa media berbutir telah jenuh air.

3. Fase III : Konduktifitas hidraulik akan menurun dengan kecepatan penurunan lebih lambat dibanding fase-fase sebelumnya. Penurunan itu disebabkan interaksi faktor kimia dan mikrobiologi media berbutir dengan fluida. Pada fase ini pula akan dapat di ambil suatu harga konduktifitas hidrolik jenuh.

Pengujian konduktifitas hidraaulik laboratoris dapat dibedakan dalam dua metoda yaitu Constant Head Method dan Falling Head Method. Constant Head Method digunakan untuk tanah yang permeabilitasnya tinggi dimana konduktifitasnya kira-kira 0.01 cm/min, sedangkan Falling Head Method umumnya digunakan tanah dengan permeabilitas rendah.

Pada pengujian laboratoris ini untuk mendapatkan hasil yang akurat dan fleksible untuk aliran kontinyu dapat digunakan Constant Head Method.

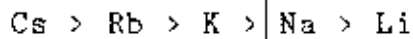
2.1.2. Kimia Tanah

Suatu *koloid* adalah suatu wujud (keadaan) dari bahan yang terdiri dari partikel-partikel sangat halus yang ukurannya mendekati, tetapi tidak pernah mencapai, ukuran molekul. Batas atas ukuran koloid adalah $0.2 \mu\text{m}$, dan batas bawah sekitar 50°\AA (5nm), yakni ukuran suatu molekul. Bahan organik tanah dan bahan tanaman juga berada dalam bentuk koloid. Humus, protoplasma, dan dinding sel menunjukkan banyak sifat-sifat dari sistem koloidal.

Sistem koloidal dapat dibagi menjadi dua kelompok. Koloid dianggap *liofobik* (benci zat terlarut) jika fase terdispersi tidak berinteraksi dengan medium dispersi, dan disebut *liofilik* jika mereka berinteraksi. Apabila medium dispersinya air, istilah *hidrofobik* dan *hidrofilik* seringkali digunakan. Suatu koloid hidrofobik dapat diflokulasikan, sedang koloid hidrofilik biasanya tidak.

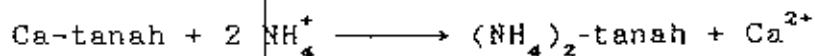
Oleh karena koloid lempung menyandang muatan negatif, kation-kation tertarik oleh partikel lempung. Kation-kation tersebut diikat secara elektrostatis pada permukaan lempung. Kebanyakan dari kation-kation ini bebas menyebar di dalam fase larutan dengan difusi. Umumnya ion dengan ukuran terhidrasi yang lebih kecil diadsorpsi secara preferensial. Urutan yang makin menurun dari preferensi adsorpsi kation-kation monovalen oleh

lempung telah dilaporkan sebagai berikut (Gast, 1977) :



2.1.2.1. Pertukaran Kation

Kation-kation yang terjerap dapat dipertukarkan dengan kation lainnya. Proses penggantian ini disebut *pertukaran kation*. Untuk mempertahankan elektronetrals dalam tanah, reaksi pertukaran kation merupakan reaksi stokiometri seperti yang digambarkan oleh percobaan klasik Way (1850):



Kation-kation yang dapat mencemari air tanah dapat tersaring oleh kegiatan jerapan koloid tanah. Oleh karena itu, kompleks jerapan dianggap sebagai gudang kation dan memberi kapasitas penyangga kation dalam tanah.

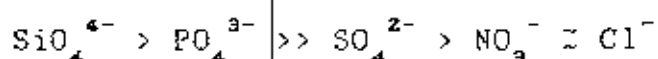
2.1.2.2. Pertukaran Anion

Ada dua tipe pertukaran anion oleh koloid tanah, yaitu pertukaran anion negatif dan positif.

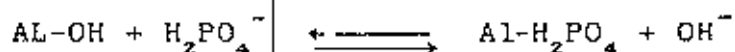
Pertukaran anion negatif terjadi pada permukaan suatu koloid yang mengandung muatan negatif. Oleh karena itu adanya muatan tersebut, kation tertarik dan terkonsentrasi di permukaan koloid. Dipihak lain, anion ditolak dari lapisan rangkap yang terbentuk pada permukaan bermuatan negatif tersebut.

Pertukaran anion positif adalah jerapan dan pengkonsentrasian anion pada permukaan bermuatan positif atau tepi-tepi koloid tanah. Dalam hal ini terjadi pertukaran kation negatif, yaitu penolakan kation oleh muatan positif.

Seperti halnya dengan kation, juga terdapat seri liotrof anion. (Bolt (1976) melaporkan suatu urutan yang menurun dari prefensi pertukaran antar anion berikut:



Seri liotrof tersebut mengunjuk bahwa ion-ion SiO_4^{4-} dan PO_4^{3-} dijerap kuat. Ion-ion SO_4^{2-} dan NO_3^- dijerap dalam konsentrasi yang lebih rendah atau sering tidak dijerap sama sekali. Pada tanah netral, atau pH tanah > 6 , pertukaran anion positif SO_4^{2-} dan Cl^- sangat kecil. Kedua anion ini umumnya ada dibawah pengaruh pertukaran anion negatif, sebagai kontras terhadap ion fosfat yang lebih terikat pada permukaan bermuatan positif atau tepi-tepi mineral lempung:



Reaksi tersebut banyak terjadi pada tanah-tanah masam. hasilnya adalah ikatan yang kuat antara ion fosfat dan Al oktahedral. Seringkali hanya sebagian dari fosfat tersebut dapat terlepasakan kembali analisis desorpsi.

2.1.3. Biologi Tanah

Komponen-komponen anorganik maupun organik merupakan substrat atau medium yang baik bagi kehidupan mikroorganisma. Mikroorganisma-mikroorganisma penghuni tanah merupakan populasi campuran dari (a) protozoa seperti amuba, flagellata, ciliata, (b) bakteri (*Clostridium*, *Rhizobium* dsb), (c) alga (ganggang) seperti alga biru alga hijau, diatom, dan jamur, terutama jamur bertingkat rendah seperti jamur lendir, berbagai ragi dan berbagai *Phycomycetes*.

Pada umumnya mikroorganisma-mikroorganisma tersebut lebih banyak terdapat di atau dekat permukaan tanah. Makin masuk ke dalam tanah, makin berkuranglah penghuninya.

Protozoa hidup dari zat-zat organik, termasuk bakteri yang masih hidup. Alga hidup ototrof dan memperkaya tanah dengan bahan-bahan organik. Bakteri dan jamur hidup sebagai saprofit dan menghancurkan bahan-bahan organik.

Umumnya bakteri ototrof dan bakteri saproba merupakan populasi terbesar. Bakteri parasit kurang dapat bertahan di dalam tanah disebabkan karena kondisi substrat dan karena kompetisi dengan mikroorganisma-mikroorganisma yang lain.

Genus-genus bakteri yang dapat mengikat N_2 di udara ialah *Azotobacter*, *Clostridium* dan *Rhodospirillum*. Juga alga biru *Nostoc* dan *Anabaena* dikenal sebagai pengikat N_2 . Selanjutnya ada

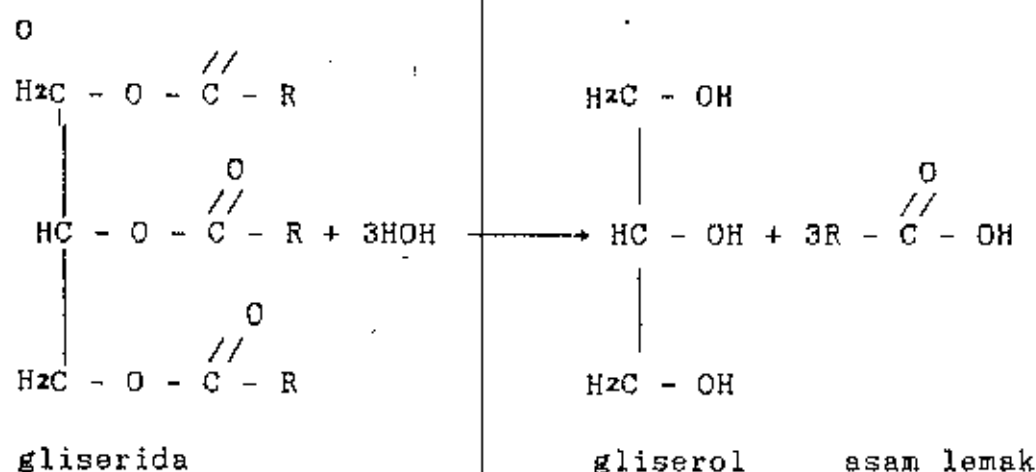
dikenal genus bakteri yang mampu pula mengikat N_2 bebas, akan tetapi hanya dalam hidup persekutuan dengan tanaman suku besar Leguminosae. Genus bakteri itu ialah Rhizobium.

2.2. MINYAK DAN LEMAK

Pada umumnya asam lemak jenuh dari minyak (mempunyai rantai lurus monokarboksilat dengan jumlah atom karbon yang genap). Reaksi yang penting pada minyak dan lemak adalah reaksi hidrolisa, oksidasi dan hidrogenasi.

2.2.1. Hidrolisa

Dalam reaksi hidrolisa, minyak atau lemak akan dirubah menjadi asam-asam lemak bebas dan gliserol. Reaksi hidrolisa yang dapat mengakibatkan kerusakan minyak atau lemak terjadi karena terdapatnya sejumlah air dalam minyak atau lemak tersebut. Reaksi ini akan mengakibatkan ketengikan hidrolisa yang menghasilkan flavor dan bau tengik pada minyak tersebut.



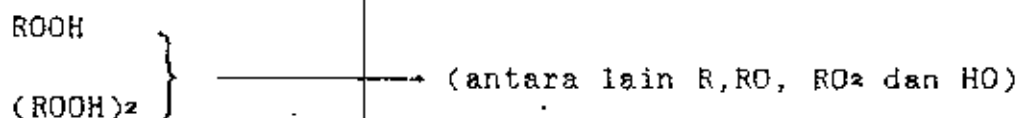
Persamaan reaksi diatas adalah reaksi hidrolisa dari minyak atau lemak menurut Schwitzer (1957).

2.2.2. Oksidasi

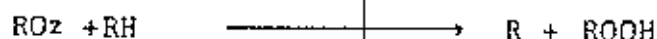
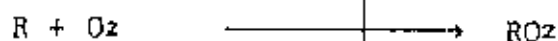
Pada proses oksidasi dapat berlangsung bila terjadi kontak antara sejumlah oksigen dengan minyak atau lemak. Terjadinya reaksi oksidasi ini akan mengakibatkan bau tengik pada minyak atau lemak. Oksidasi biasanya dimulai dengan pembentukan peroksida dan hidroperoksida. Tingkat selanjutnya ialah terurainya asam-asam lemak disertai dengan konversi hidroperoksida menjadi aldehid dan keton serta asam-asam lemak bebas.

Mekanisme oksidasi yang umum dari minyak atau lemak adalah sebagai berikut:

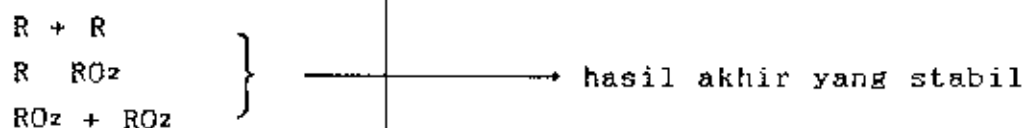
Inisiasi (initiation)



Perambatan (propagation)



Penghentian



2.2.3. Hidrogenasi

Proses hidrogenasi, terutama bertujuan untuk membuat minyak atau lemak bersifat plastis. Adanya penambahan hidrogen pada ikatan rangkap minyak atau lemak dengan bantuan katalisator akan mengakibatkan kenaikan titik cair. Juga dengan hilangnya ikatan rangkap, akan menjadikan minyak atau lemak tersebut tahan

$$\begin{array}{ccc} \text{R} - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{COOH} & \xrightarrow[\text{Pt/Ni}]{\text{H}_2} & \text{R} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{COOH} \\ \text{asam lemak tak jenuh} & & \text{Asam lemak jenuh} \end{array}$$

Lemak atau minyak umumnya terdiri dari persenyawaan gliserida yang kompleks yang komponen utamanya terdiri dari gliserol yang berikatan dengan asam lemak jenuh dan asam lemak tidak jenuh. Pada kondisi biasa lemak jenuh bersifat stabil di udara.

Sebagian besar asam-asam lemak tidak jenuh akan rusak dengan bertambahnya umur dan hasil akibat kerusakan tersebut sebagian besar dapat menguap. Disamping itu terbentuknya persenyawaan peroksida, dapat membantu proses oksidasi sejumlah kecil asam lemak jenuh, dan juga oksigen bebas di bawah pengaruh sinar ultra-violet atau katalis logam pada suhu tinggi dapat secara langsung mengoksidasi asam lemak jenuh. Lemak tidak mudah digunakan langsung oleh mikroba jika dibandingkan dengan protein dan karbohidrat. Walaupun demikian banyak di antara jamur, ragi dan bakteri mampu memperoleh kebutuhan akan karbon dan energi dari persenyawaan ini.



Sejumlah organisme telah berhasil ditumbuhkan pada media buatan yang hanya mengandung lemak atau asam lemak dan garam mineral termasuk amonium atau nitrat sebagai sumber nitrogen. Kemungkinan semua mikroba yang menghasilkan enzim lipase dapat memetabolisir lemak, dan tahap pertama dalam proses ini adalah dekomposisi gliserida menjadi gliserol dan asam lemak.

Aksi mikroba terhadap gliserol dapat menghasilkan kurang lebih 20 macam persenyawaan yang termasuk dalam golongan senyawa aldehida, asam organik dan senyawa alifatik lainnya.

Mikroba juga dapat memecah rantai asam lemak bebas menjadi senyawa dengan berat molekul lebih rendah dan selanjutnya dioksidasi menghasilkan gas CO_2 dan air (H_2O).

Organisme yang tumbuh dalam kondisi anaerobik pada media yang mengandung asam lemak, akan merubah asam lemak tersebut menjadi karbon dioksida (CO_2) dan methane.

2.2.5. KELARUTAN MINYAK

Suatu zat dapat larut dalam pelarut jika mempunyai nilai polaritas yang sama, yaitu zat polar larut dalam pelarut bersifat polar dan tidak larut dalam pelarut non polar.

Minyak dan lemak tidak larut dalam air dingin dan sedikit larut dalam alkohol, terutama minyak dengan berat molekul rendah. Minyak dan lemak dapat larut sempurna dalam eter,

hidrokarbon, benzene, karbon disulfida dan pelarut-pelarut halogen. Kelarutan minyak atau lemak dalam suatu pelarut ditentukan oleh sifat polaritas asam lemaknya. Asam lemak yang bersifat polar cenderung larut dalam pelarut polar, sedangkan asam lemak non polar larut dalam pelarut non polar.

Daya kelarutan dari asam lemak biasanya lebih tinggi dari komponen gliseridanya, dan dapat larut dalam pelarut organik yang bersifat polar dan non polar. Semakin panjang rantai karbon, maka minyak dan lemak tersebut semakin sukar larut. Minyak dan lemak yang tidak jenuh lebih mudah larut dalam pelarut organik dari pada asam lemak jenuh dengan panjang rantai karbon yang sama. Asam lemak yang derajat ketidakjenuhannya lebih tinggi akan lebih mudah larut dari pada asam lemak dengan derajat ketidakjenuhan rendah.

2.3. DEPOLUST AIR LIMBAH DALAM TANAH

Metoda pengaliran air limbah dalam tanah akan banyak menguntungkan dalam hal biaya operasi dan perawatannya serta juga akan menjaga keberadaan sumber air dalam tanah, namun perlu diperhatikan bahwa keberhasilan tersebut juga dipengaruhi oleh metoda dan cara penanganan yang benar.

2.3.1. Proses Fisik

Air limbah yang dialirkan ke tanah sebelum masuk ke dalam tanah akan ter evaporasi oleh sinar matahari dan angin, kemudian secara gravitasi air limbah difiltrasi oleh kolom-kolom tanah. selanjutnya tanah akan mengabsorpsi material organik dan anorganik yang terdapat dalam tanah.

2.3.2. Proses Kimia

Dalam tanah terdapat dua jenis koloid istimewa yaitu anorganik atau mineral dan organik atau koloid-koloid organik merupakan isi humus, sementara koloid-koloid anorganik terjadi sebagai tanah liat. Bahan koloid fraksi tanah mengandung zat hara tanaman dalam proporsi yang lebih besar, seperti magnesium, kalsium, dan kalium dari pada pasangan yang non koloid. sementara kadar SiO_2 jauh lebih tinggi dalam bagian non koloid Al_2O_3 dan Fe_2O_3 lebih tinggi didalam bagian koloid.

Tanah dapat menukar sembarang kation dari larutan. Apabila tanah menukar suatu kation dari larutan garam, kation-kation lain meninggalkan tanah dan masuk kedalam larutan. Kation-kation yang dapat ditukar dan dipegang oleh partikel-partikel tanah, kebanyakan adalah kalsium, magnesium, natrium dan kalium.

Kemampuan menyerap kation-kation adalah salah satu sifat penting yang istimewa dari kedua-duanya, yakni mineral dan

fraksi-fraksi koloid organik dari tanah. Dominasi kation tertentu cenderung membentuk sifat khas fisik tertentu yaitu penyerapan kalsium merangsang granulasi dan memastikan aerasi dan drainase. Jika kation-kation yang dominan itu adalah natrium, seperti dalam tanah-tanah alkali maka tanah jadi dideflokulasi, sukar dikerjakan dan mempunyai aerasi dan drainase yang buruk.

2.3.3. Proses Biologi

Dalam memelihara kondisi fisik yang menguntungkan bagi tanah, maka organisme tanah mempunyai fungsi yang penting. Mikroorganisme tanah dapat menguraikan zat-zat organik yang terdapat dalam air limbah, selain itu mereka dapat melembutkan bongkah-bongkah tanah dalam yang menyerupai tanah liat dan mengikat partikel-partikel pasir tanah yang lebih ringan.

Dekomposisi beberapa senyawa organik oleh mikroorganisme tanah antara lain adalah :

1. Hidrolisa. Bakteri, jamur, actinomycoetes sebagian besar bertanggung jawab atas hidrolisa ini. Kemampuan banyak dari satu macam mikroorganisme untuk menghidrolisa senyawa kompleks menghasilkan enzim ekstraseluler hidrolitic yang akan mengkatalisa hidrolisa secara

spesifik. Diantara produk yang dihasilkan pada proses hidrolisa ini adalah:

1. Selulosa + H₂O $\xrightarrow{\text{Cellulase}}$ Cellobiose
2. Hemicelluloses + H₂O $\xrightarrow{\text{Cytase}}$ Monosakarida, seperti glukosa, fruktosa, galaktosa dan manosa
3. Pectin + H₂O $\xrightarrow{\text{Pectinase}}$ Monosakarida dan asam uronik.
4. Starch + H₂O $\xrightarrow{\text{Amilase}}$ Maltosa
5. Disakarida
 - a. Cellobiose + H₂O $\xrightarrow{\text{Cellobiase}}$ Glukosa
 - b. Maltosa + H₂O $\xrightarrow{\text{Maltase}}$ Glukosa
 - c. Sukrosa + H₂O $\xrightarrow{\text{Sucrase}}$ Glukosa + Fruktosa
6. Lemak + H₂O $\xrightarrow{\text{Lipase}}$ Gliserol + asam lemak

Produk dari hidrolisa secara kimia lebih sederhana dan lebih soluble (dapat larut) dari pada senyawa asli. Bila ini secara relatif sederhana, senyawa soluble terbentuk, mereka dengan segera menjadi berguna untuk semua mikroorganisme pada sekitar dekat sel dimana dihasilkan enzim hidrolitik ekstraselular.

2. Dekomposisi. Dekomposisi gliserol, asam lemak, dan monosakarida pada kondisi anaerobik dihasilkan antara lain :
 - a. Asam : format, asetik, propionat, dan butirat.
 - b. Alkohol : etil dan butil.
 - c. Gas : CO_2 , H_2 , dan CH_4 .
 - d. Aldehid, asetil-metil-karbinol, dan getah.
3. Dekomposisi gliserol, asam lemak, asam uronik, dan monosakarida pada kondisi aerobik dihasilkan CO_2 dan H_2O .

2.4. EKOTOKSIKOLOGI

Ekotoksikologi adalah studi mengenai kontaminasi terhadap lingkungan. Bidang ini berkaitan erat dengan ekologi dan konsep-konsep mengenai ekologi. Penelitian yang dilakukan dalam ekotoksikologi memberikan gambaran akurat mengenai proses-proses ekotoksikologi, akan tetapi rumitnya sistem yang terdapat di alam dan terbatasnya peralatan untuk menunjang penelitian dibidang ekotoksikologi merupakan kendala dalam penelitian tersebut.

Penelitian langsung pada sistem alam, sangatlah sulit. Sebaliknya penelitian yang dilakukan di laboratorium harus berdasarkan pada konsep-konsep (struktur) ekologi yang telah

disederhanakan. penelitian tersebut tidaklah sempurna seperti proses di alam, tetapi memberikan gambaran mengenai proses ekotosikologi yang diamati dan menambah wawasan mengenai fenomena mengenai ekotoksikologi.



BAB III

MATERIAL & METODE

3.1. MATERIAL

3.1.1. Tanah

Tanah yang digunakan dalam pengujian konduktifitas hidrolik laboratoris ataupun sebagai media pengolah limbah adalah tanah/lahan yang diambil lokasi proyek pembuatan Treatment Plan Pabrik Kertas PT Pakerin Mojokerto.

3.1.2. Limbah

Limbah yang digunakan untuk riset juga didapat dari Pabrik Kertas PT Pakerin yang berasal dari parit I.

3.1.3. Minyak

Minyak yang digunakan sebagai campuran tanah dalam riset ini adalah minyak yang paling umum digunakan di masyarakat, yaitu: minyak tanah, minyak pelumas bekas (merk Mesran Super) dan minyak solar.

3.2. METODE

Pengujian depolusi air limbah dalam tanah dilakukan dengan membandingkan derajat depolusi air limbah dalam tanah tanpa

campuran minyak dan dengan campuran minyak dalam tanah.

Pengujian dilakukan secara normal dan steril. Pengujian secara normal untuk mengetahui removal yang disebabkan oleh proses secara fisik, kimia, dan mikrobiologi, sedangkan pengujian secara steril dilakukan untuk mengetahui waktu paruh minyak dalam limbah karena proses secara fisik dan kimiawi.

3.3. PERSIAPAN

3.3.1. Penyiapan Media Tanah

Tanah yang diambil dari beberapa titik pengambilan di lapangan dicampur secara homogen dan dikeringkan secara alami dengan bantuan sinar matahari diudara terbuka.

3.3.2. Penyiapan Air Limbah

Air limbah yang diujikan dalam penelitian ini adalah dengan pengenceran sebesar 10 kali, hal ini berdasarkan pertimbangan sesuai dengan design proyek yang telah dilakukan sebelumnya bahwa air limbah dengan pengenceran 10 kali memberikan hasil efluen yang aman (memenuhi baku mutu).

3.3.3. Penyiapan Cultur media

Semua peralatan, bahan, dan medium kultur disterilkan dengan menggunakan autoklaf. Alat ini bekerja pada suhu 120°C dan tekanan uap 1.2 kg/cm^2 selama 10 menit.

Penanaman (inokulasi) bakteri tanah (*Clostridium* sp) ke dalam suatu medium tyoglikolat padat dilakukan dengan mengkondisikan pada anaerob-jar, yaitu dengan mengalirkan gas nitrogen ke dalam sistem anaerobik, output gas ditampung pada bejana yang berisi air.

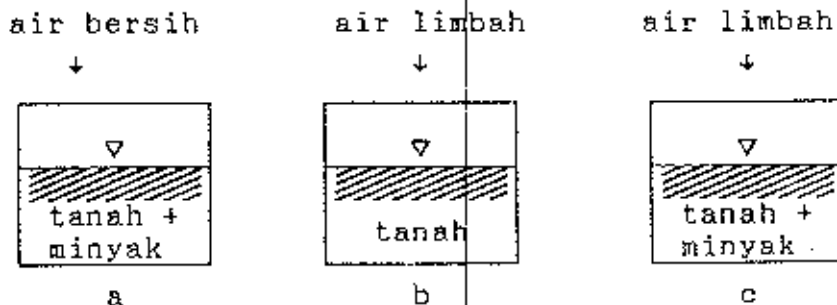
3.4. PENGUJIAN HIDROFILIK MINYAK

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui daya kelarutan minyak dalam air, karena sifat minyak yang umumnya tidak suka air (hidrofobik). Pengujian dapat dilakukan sebagai berikut :

1. Minyak + air + n-Oktanол dimasukkan dalam tabung uji, kemudian dikocok untuk melarutkan minyak dalam air atau sebaliknya.
2. Pisahkan larutan antara minyak+air dan larutan minyak + n-Oktanол dengan alat sentrifugal.
3. Ambil larutan yang terpisah dan saring kemudian timbang.

3.5. PENGUJIAN LIMBAH DALAM REAKTOR TANAH DENGAN CAMPURAN MINYAK SECARA BATCH PROSES

3.5.1. Perlakuan Normal



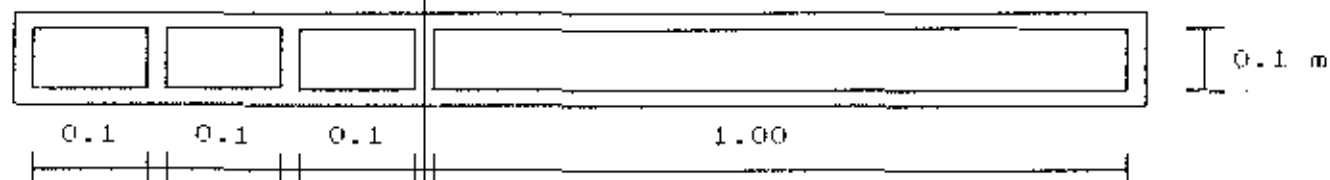
1. Masukkan media tanah yang sudah kering kedalam reaktor (erlenmeyer 1 liter), kemudian tambahkan air limbah sampai seluruh tanah terendam.
2. Masukkan tanah dengan campuran minyak sesuai dengan konsentrasi yang diinginkan ke dalam reaktor, kemudian tambahkan air limbah sampai seluruh tanah terendam dan untuk kontrol tambahkan air bersih kedalam erlenmeyer lain yang berisi tanah yang tercampur minyak.
3. Kemudian setelah kurang lebih 1 jam (hari ke-0) sample dianalisa (COD, BOD, dan O&G).
4. Demikian pula untuk hari ke 1, 2, 3 dan seterusnya sampai diperoleh keadaan yang konstan.

3.5.2. Perlakuan steril

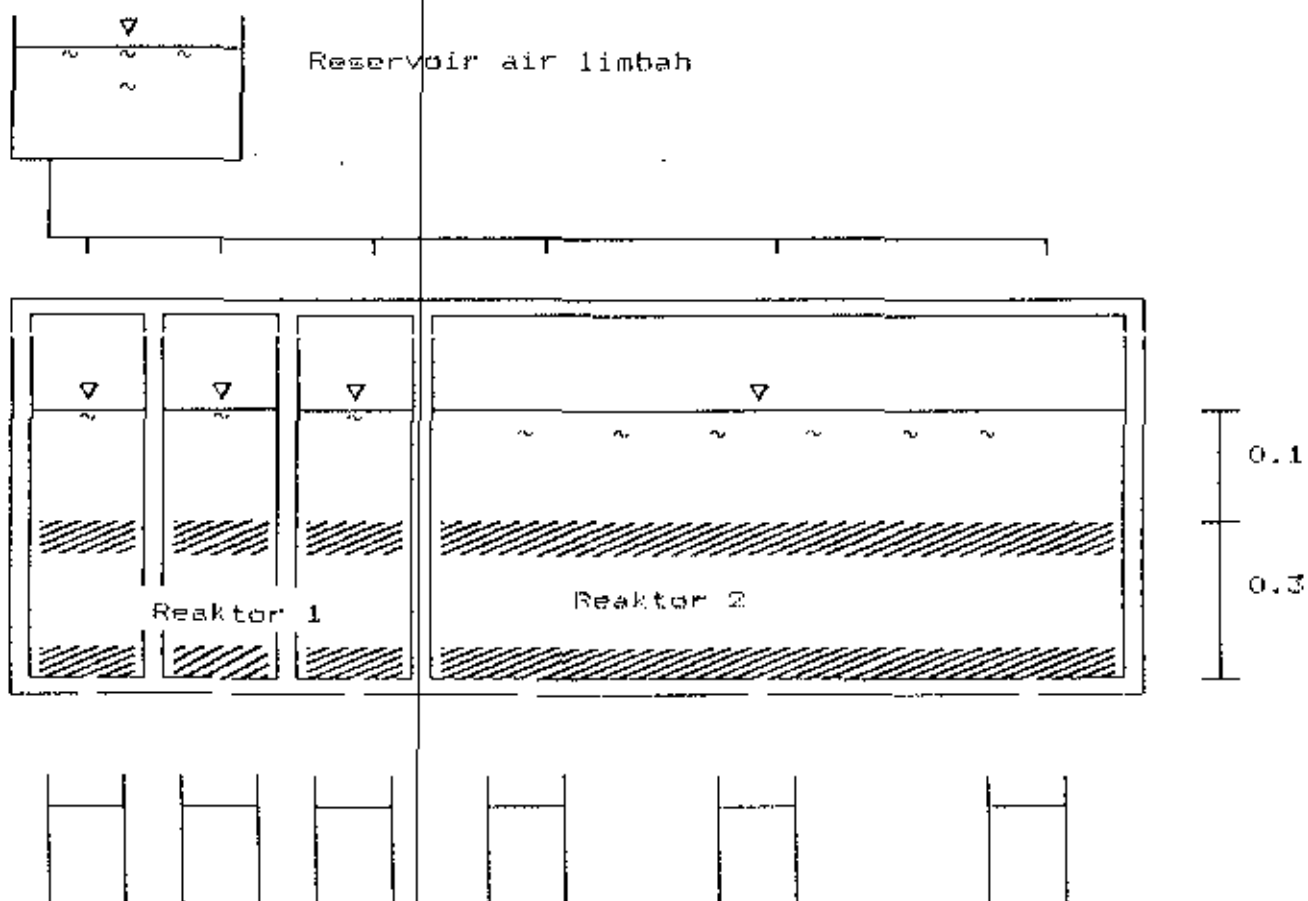
Prosedur sama dengan point 3.5.1, setelah penambahan air bersih ataupun air limbah kedalam reaktor, kemudian disterikan dengan autoklaf.

3.6. PENGUJIAN LIMBAH DALAM REAKTOR TANAH DENGAN CAMPURAN MINYAK SECARA CONTINUOUS FLOW

Tampak Atas



Tampak Samping



Reaktor 2

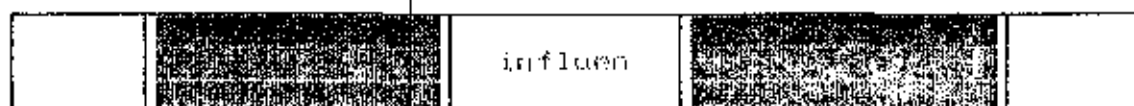
Prosedur :

1. Tanah dicampur dengan minyak secara homogen sesuai dengan hasil optimum dari point 3.5.1.
2. Kemudian limbah dialirkan pada reaktor 2.
3. Efluen dianalisa sesuai dengan standar method dengan berpegang pada parameter kunci (BOD, COD, O&G dan ekotoksitas).
4. Interval waktu pengujian baik konduktifitas ataupun kualitas ditetapkan disesuaikan dengan kondisi hasil analisa.

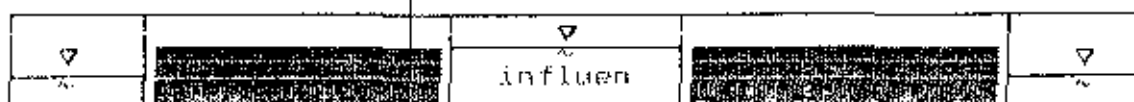
Reaktor 3

Pengujian konduktivitas & perubahan kualitas influen air limbah secara pengaliran horizontal.

Tampak atas



Tampak samping



efluen
kiri

efluen
kanan

Prosedur :

1. Tanah dijenuhkan dengan minyak sesuai dengan point 3.5.1. kurang lebih 3 hari.
2. Limbah mentah dialirkan.
3. Pengujian konduktivitas dan kualitas efluen disesuaikan dengan kondisi hasil analisa.

BAB IV

ANALISA DATA DAN PEMBAHSAN

4.1. Kelas Tanah

Dari hasil analisa kelas tanah secara kasar yang digunakan sebagai media pengolah limbah reaktor alam didapatkan persentase antara pasir, liat dan debu masing-masing 80, 18 dan 2. Jenis tanah ini menurut segitiga tekstur pada sub bab 2.1.1.2, adalah termasuk dalam golongan tekstur pasir geluhan atau lempung berpasir.

4.2. Hidrofilik Minyak

Kelarutan minyak dalam air sangat dipengaruhi oleh gugus karboksilat ionik yang bersifat polar dan panjang atau pendeknya rantai karbon dari jenis minyak yang bersangkutan.

Dari hasil penelitian yang telah kami lakukan menunjukkan data sebagai berikut pada tabel 4.01.

TABEL 4.01 Hidrofilik Minyak

Jenis Minyak	Prosen Kelarutan	
	Dalam Air	Dalam Oktanol
Minyak Pelumas	1.47	98.53
	1.44	98.56
	1.46	98.54
Minyak Tanah	1.88	98.12
	1.89	98.11
	1.86	98.15
Minyak Solar	1.73	98.27
	1.70	98.30
	1.72	98.28

Penelitian kelarutan minyak tersebut dilakukan pada masing-masing minyak sebagai sampel sebanyak 1 gram yang dilarutkan dalam pelarut air dan n-oktanol masing-masing 10 ml.

Dari tabel 4.01 rata-rata kelarutan minyak pelumas, minyak tanah, dan minyak solar adalah 1.457%, 1.873% dan 1.717%

Dari persen kelarutan tersebut masing-masing dapat dihitung kelarutan minyak dalam air dalam satuan mg/l.

$$\begin{aligned}
 \text{- Minyak Pelumas} &= (1.457\% \times 1 \text{ gram})/10 \text{ ml} \\
 &= 0.001457 \text{ gram/ml} \\
 &= 1457 \text{ mg/l}
 \end{aligned}$$

Perhitungan sama dengan diatas

- Minyak Tanah = 1873 mg/l
- Minyak Solar = 1717 mg/l

Dengan mengetahui hidrofilik minyak dalam air dapat digunakan sebagai patokan pada uji batch proses dimana penetapan batas maksimum minyak yang dicampurkan kedalam tanah berdasarkan uji parameter O&G efluen air limbah. Penetapan tersebut didasarkan kerana dilapangan minyak akan terlarut dalam air atau air limbah sedangkan minyak yang tidak terlarut (mengapung) mudah untuk diambil atau diolah misalnya dengan peralatan oil chatcher.

4.3. Batch Proses

Pengujian pengaruh minyak terhadap depolusi air limbah secara batch proses dilakukan dalam dua kondisi (non steril dan steril). Pengujian ini dimaksudkan untuk mendapatkan konsentrasi maksimum minyak dalam tanah yang tidak mengganggu proses depolusi air limbah dalam tanah. Lama pengujian ditetapkan selama 7 hari yang dianggap dapat mewakili proses dekomposisi zat organik baik pada kondisi normal maupun steril. Hasil depolusi air limbah secara batch proses ditampilkan pada tabel L.01 sampai L.04, dan sebagai kontrol depolusi digunakan air bersih yang ditabelkan pada L.05 sampai L.07 (lihat di lampiran).

4.3.1. PERLAKUAN NON STERIL

Dengan mempertibangkan prosentase removal parameter COD dapat dikatakan bahwa konsentrasi minyak pelumas dalam tanah 80% dianggap sebagai batas tidak terjadinya pengaruh depolusi air limbah dalam tanah. Dengan membandingkan pada konsentrasi minyak pelumas dalam tanah 70% sudah mulai menunjukkan tanda-tanda terjadinya gangguan terhadap penurunan konsentrasi air limbah ditinjau dari parameter BOD, dimana pada konsentrasi minyak 70% angka BOD efluen hari ke-0 lebih tinggi dari pada

angka BOD influen.

Pada minyak tanah batas tidak terjadinya gangguan pada depolusi air limbah secara batch terjadi pada konsentrasi minyak 70% dengan alasan bahwa parameter efluen COD dan BOD hari ke-0 masih dibawah parameter COD dan BOD influen. Sedangkan pada konsentrasi minyak tanah 80% parameter COD dan BOD hari ke-0 lebih besar dari pada influen. Selain itu untuk parameter Oil & Grease (O&G) pada konsentrasi minyak 70% hari ke-0 sebagian minyak sudah ada yang tidak terlarut lagi dalam air (lihat sub bab 4.2) sedangkan pada konsentrasi minyak 80% sudah melampaui batas kelarutan minyak dalam air, yang dapat diartikan bahwa minyak akan terapung dipermukaan air (tidak terlarut dalam air).

Demikian pula halnya pada minyak solar batas tidak terjadinya gangguan pada depolusi air limbah secara batch proses terjadi pada konsentrasi minyak 70%. Hal ini dengan alasan bahwa untuk parameter COD dan BOD efluen hari ke-0 belum melampaui batas COD dan BOD influen, meskipun untuk parameter O&G sudah melampaui batas kelarutan minyak dalam air. Sedangkan pada konsentrasi minyak 80%, angka COD dan BOD efluen hari ke-0 telah melampaui batas angka COD dan BOD influen.

Dengan diketahuinya batasan-batasan konsentrasi pada masing-masing jenis minyak tersebut diatas yang tidak mengganggu proses depolusi air limbah dalam tanah, maka dari proses batch

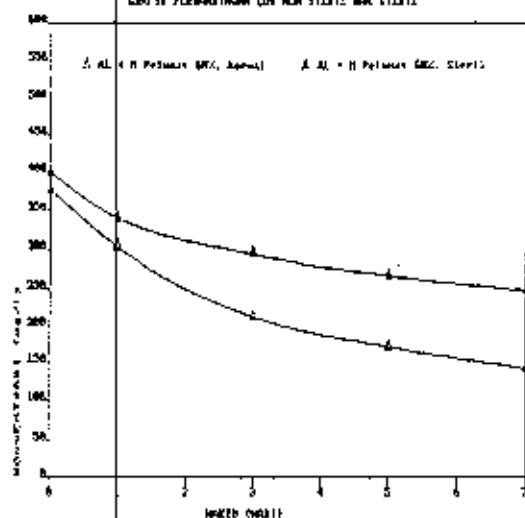
yang dianggap sebagai pendekatan tersebut dapat diaplikasikan pada proses secara aliran kontinyu (horizontal dan vertikal).

4.3.2. PERLAKUAN STERIL

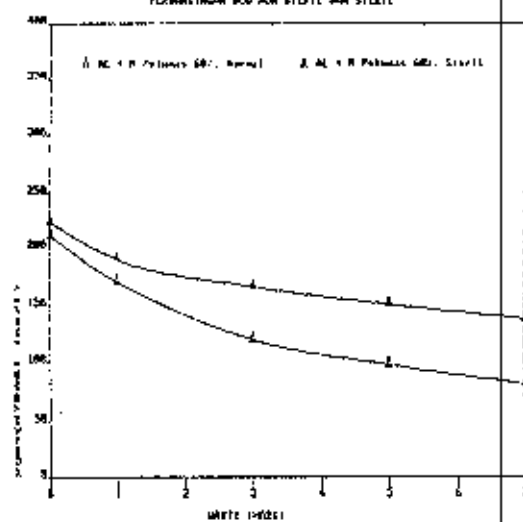
Seperti yang telah disebutkan pada sub bab 2.3 proses depolusi air limbah dalam tanah dapat terjadi secara fisik (absorpsi dan filtrasi), kimia (pertukaran ion dan reaksi kimia lainnya) dan secara biologi. Pada proses secara biologi mikroba tanah akan menguraikan zat organik dalam kondisi aerob dan anaerobik. Pada tinjauan riset ini mikroba yang digunakan sebagai parameter uji adalah bakteri *Clostridium botulinum* yang dapat hidup dalam kondisi anaerob.

Untuk mengetahui berapa besar kemampuan bakteri tanah dalam menguraikan zat organik, pada penelitian secara batch ini dapat diketahui dengan cara membandingkan antara proses batch pada perlakuan secara non steril dan steril. Hasil selisih antara perlakuan secara non steril dan steril adalah merupakan hasil kemampuan aktivitas bakteri *Clostridium botulinum* dalam menguraikan zat organik. Untuk lebih jelasnya perbedaan tersebut digambarkan pada grafik 4.01 sampai 4.09.

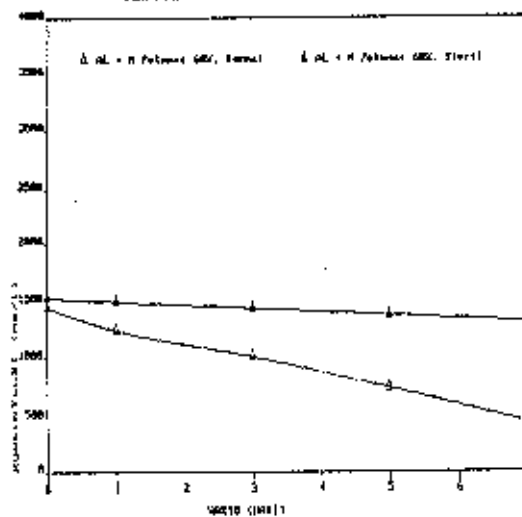
GRAFIK 4.01
Grafik Perbandingan Dosis Non Steril dan Steril



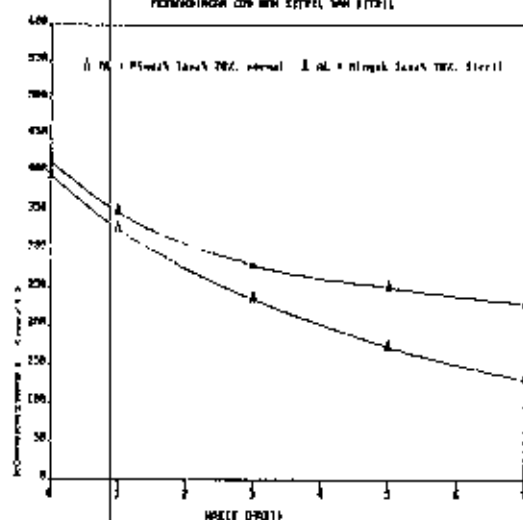
GRAFIK 4.02
Perbandingan Dosis Non Steril dan Steril



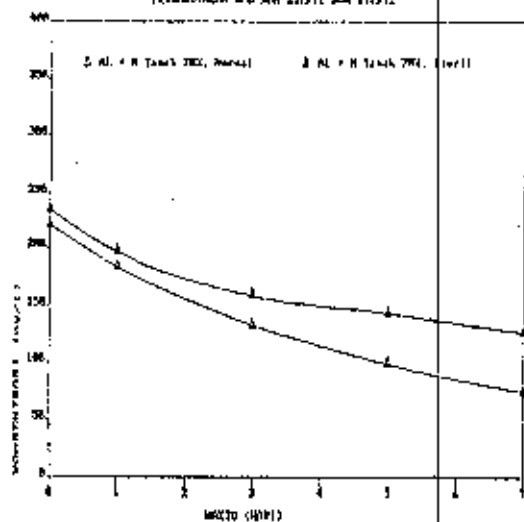
GRAFIK 4.03
Perbandingan Dosis Non Steril dan Steril



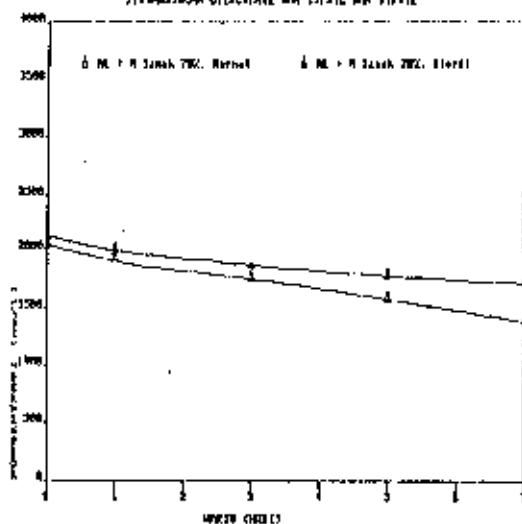
GRAFIK 4.04
PERBANDINGAN CUBI DENGAN STERIL DAN STERIL



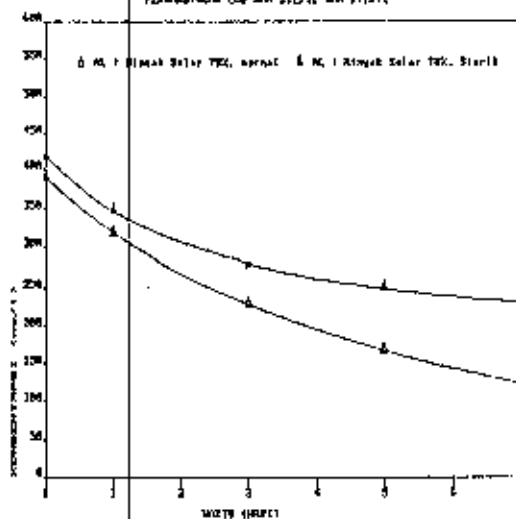
GRAFIK 4.05
PERBANDINGAN BUBUK DENGAN STERIL DAN STERIL



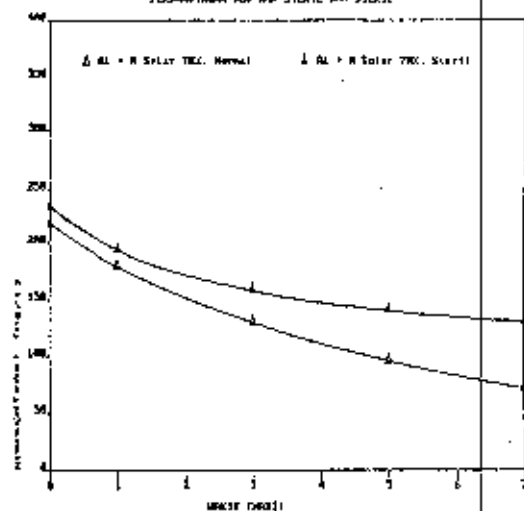
GRAFIK 4.06
PERBANDINGAN DIACETATE DENGAN STERIL DAN STERIL



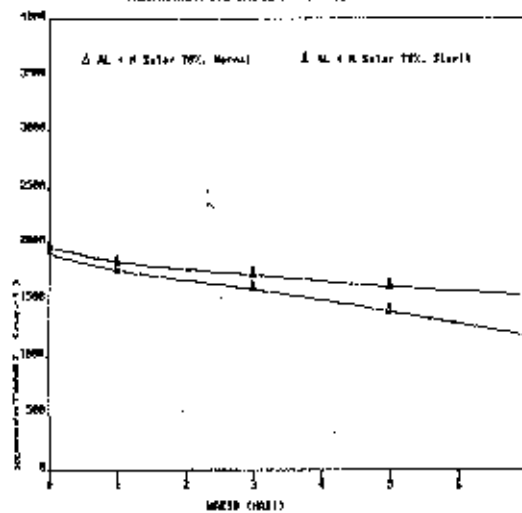
GRAFIK 4.07
PERAMBANGAN CUP MM STERIL MM STERIL



GRAFIK 4.08
PERAMBANGAN PUP MM STERIL MM STERIL



GRAFIK 4.09
PERAMBANGAN DILASPEME MM STERIL MM STERIL



Dari ketiga jenis grafik tersebut memperlihatkan bahwa pada kondisi non steril (normal) dan steril, parameter COD, BOD dan O&G mengalami penurunan konsentrasi yang besarnya berbeda. Disini memperlihatkan bahwa pada kondisi non steril penurunan konsentrasi selama 7 hari lebih tajam bila dibandingkan dengan kondisi steril. Keadaan tersebut menandakan bahwa selain proses fisik dan kimia juga terjadi proses biologi, dimana aktivitas bakteri tanah berperan dalam menguraikan material organik. Sedangkan penurunan konsentrasi parameter COD, BOD, dan O&G pada kondisi steril terutama disebabkan proses adsorpsi dan ion exchange oleh tanah.

4.4. Proses Depolusi

Dengan mengetahui hasil analisa secara batch proses, maka penggunaan konsentrasi masing-masing minyak dapat diterapkan pada aliran secara kontinyu, baik pada proses depolusi aliran vertikal ataupun horizontal.

4.4.1. Depolusi Aliran Vertikal

Pada proses pengujian depolusi aliran vertikal terdapat tiga titik efluen, yang masing-masing mempunyai konduktivitas hidraulik yang berlainan.

Untuk menghitung parameter mutu efluen yang merupakan konsentrasi ketiga titik efluen dapat dihitung dengan rumus :

$$C_{\text{efluen}} = \frac{[(CE_1 \times QE_1) + (CE_2 \times QE_2) + (CE_3 \times QE_3)]}{Q \text{ Total}}$$

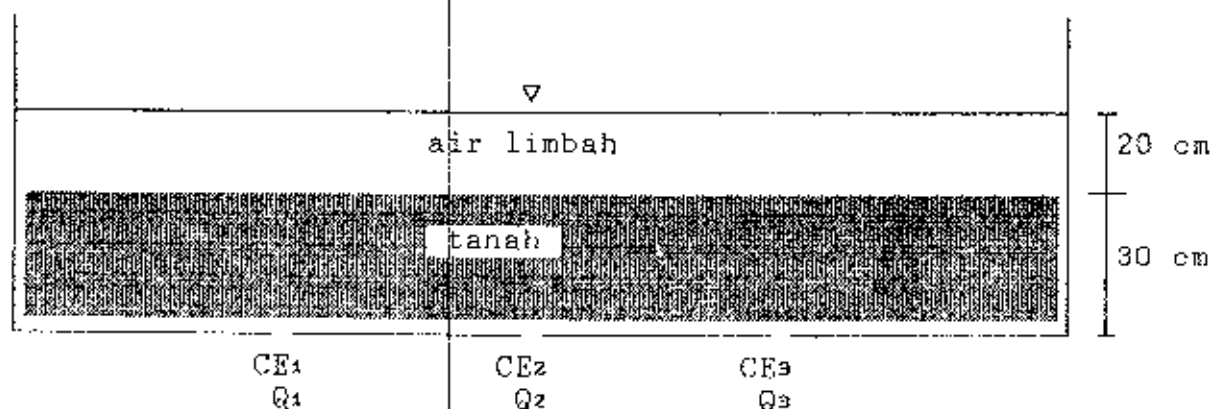
Notasi ; C = Konsentrasi parameter mutu

E₁, E₂, E₃ = Efluen dari ketiga titik

Waktu detensi (td) adalah waktu tinggal air limbah berada di dalam tanah mulai masuk hingga keluar, dimana pengambilan sampel ditetapkan sebanyak 1 liter, berarti dari ketiga titik efluen akan dihasilkan volume sebanyak 3 liter. Untuk

perhitungan t_d diformulasikan sebagai berikut :

$$t_d = \frac{(\text{Vol } E_1 + \text{Vol } E_2 + \text{Vol } E_3)}{Q_{\text{Total}}}$$



gambar 4-1

Hasil-hasil depolusi dapat dilihat pada tabel L.08 sampai 4.17.

4.4.2. Proses Depolusi Aliran Horizontal

Hasil proses depolusi air limbah secara aliran horizontal ditampilkan pada tabel L.18 sampai L.27.

Sedangkan untuk perhitungan t_d pada masing-masing bagian kiri atau kanan adalah sama dengan proses pada aliran vertikal yaitu dalam Volume perdebit (jam), akan tetapi untuk debit aliran tidak perlu dijumlahkan.

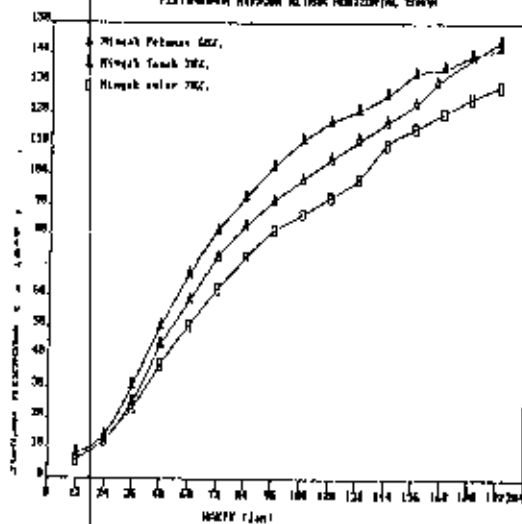
Dari ketiga jenis minyak tersebut pada proses depolusi aliran vertikal ataupun horizontal dapat diketahui bahwa pada umumnya keberadaan minyak dalam tanah ada kecenderungan relatif mengganggu terhadap proses jalannya depolusi terhadap air limbah jika dibandingkan dengan tanah biasa (tidak berminyak). Hal ini dapat diterangkan karena minyak yang diadsorpsi oleh tanah akan mengakibatkan tergeseknya udara tanah dan menimbulkan keadaan beraerolik dalam tanah dan tidak menutup kemungkinan tertutupnya pori tanah oleh minyak sehingga jika ada polutan lain yang ada melalui tanah akan sedikit sekali material organik maupun material anorganik yang terserap, dan sebagian lagi akan diuraikan oleh mikroba tanah, sedangkan sisa yang lain akan lolos begitu saja jika minyak yang ada dalam tanah konsentrasinya masih tinggi. Karena waktu berjalan terus dan air limbah mengalir melalui media tanah akan mencuci atau melarutkan minyak dan terbawa keluar sebagai efluen. Secara lambat atau cepat minyak akan berkurang dan pertumbuhan mikroba tanah akan meningkat sesuai dengan waktu. Hal demikian tentunya akan meningkatkan pula efisiensi removal terhadap parameter mutu, kemudian karena keterbatasan media tanah dalam mengolah air limbah tentunya media tersebut pada suatu waktu akan jenuh dan tidak menutup kemungkinan akan terjadi penurunan removal terhadap penurunan parameter mutu.

4.5. PROSES DEPOLUSI BERDASARKAN UJI EKOTOKSITAS

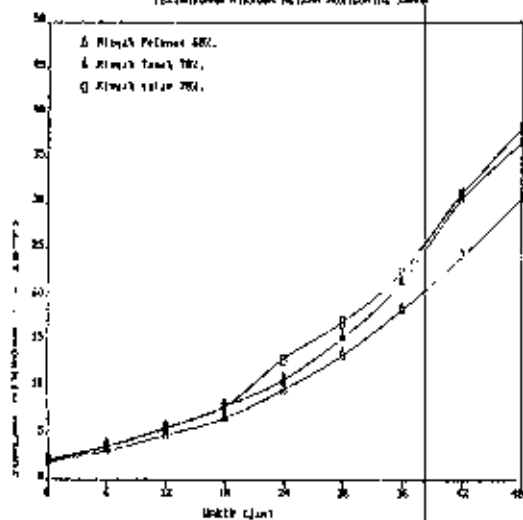
Uji ekotoksitas proses depolusi air limbah pada reaktor alam tanah adalah memberi gambaran tentang sifat atau keadaan material organik dan anorganik air limbah maupun keadaan tanah sebagai media terhadap sifat toksik mikroba tanah.

Hasil uji ekotoksitas terhadap bakteri tanah dapat diketengahkan pada grafik 4.10 sampai 4.18.

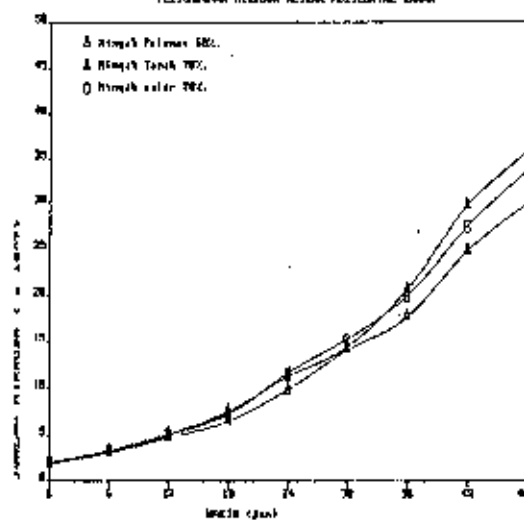
GRAFIK 4.10 PERHUBUNGAN K_p I
PERHUBUNGAN RENDAH ALIRAN HORIZONTAL TANPA



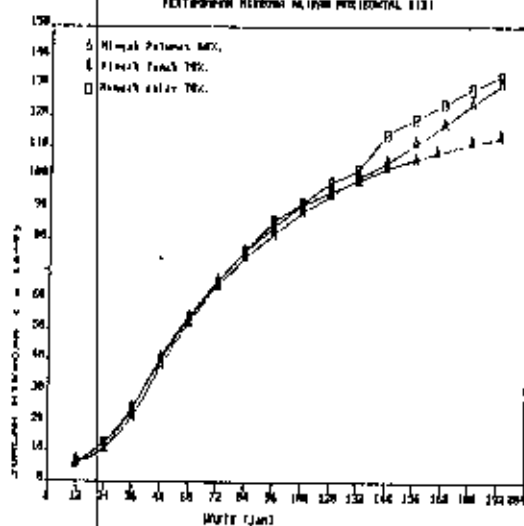
GRAFIK 4.11 PERHUBUNGAN K_p II
PERHUBUNGAN RENDAH ALIRAN HORIZONTAL TANPA



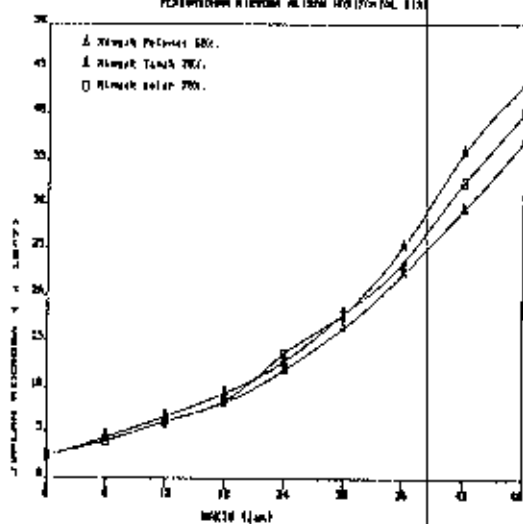
GRAFIK 4.12 PERHUBUNGAN K_p III
PERHUBUNGAN RENDAH ALIRAN HORIZONTAL TANPA



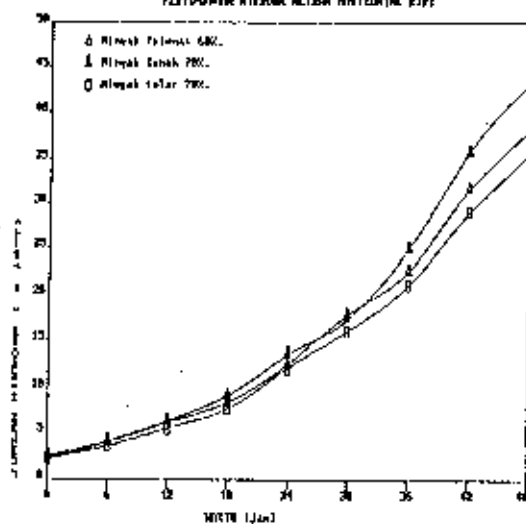
GRAFIK 4.12 PENGHASILAN No 1
PERTUMBUHAN KUBURAN ALIYAH PERIODAL 1131



GRAFIK 4.14 PENGHASILAN No 11
PERTUMBUHAN KUBURAN ALIYAH 180 PERIODAL 1131

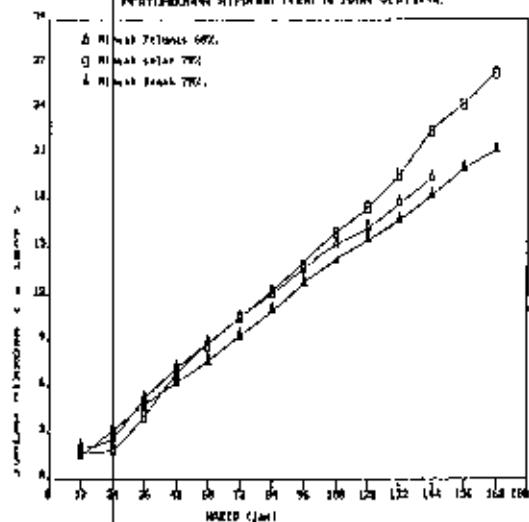


GRAFIK 4.15 PENGHASILAN No 111
PERTUMBUHAN KUBURAN ALIYAH 180 PERIODAL 1131



GAMBAR 4.16 PENGUKURAN No 1

PERTINGKATAN KINERJA PRODI ALIRAN VEGETASI



Besarnya laju pertumbuhan jumlah bakteri baik pada reaktor horizontal maupun pada reaktor vertikal dipengaruhi oleh syarat tersediannya oksigen dan air, temperatur, jumlah dan sifat bahan organik tanah, dan konsentrasi ion H larutan tanah, serta jumlah ion kalsium yang dapat dipertukarkan.

Pada grafik tersebut memperlihatkan bahwa pada aliran horizontal pertumbuhan bakterinya lebih banyak dan meningkat dengan tajam jika dibanding pada aliran vertikal. Hal ini terutama berkaitan dengan waktu detensi air limbah berada dalam tanah. Dimana pada umumnya reaktor aliran horizontal lebih lambat jika dibanding dengan aliran vertikal sehingga waktu detensi pada aliran horizontal tentunya lebih besar. Dengan waktu detensi semakin besar akan memberikan kemungkinan tanah untuk melakukan adsorpsi dan pertukaran ion lebih sempurna yang diikuti oleh pertumbuhan sejumlah bakteri lebih banyak jika dibanding dengan reaktor yang mempunyai waktu detensi kecil. Selain itu pengaruh temperatur juga berpengaruh besar terhadap pertumbuhan bakteri, dimana bila kita tinjau pada reaktor horizontal, media reaktor tidak terendam air dan mempunyai suhu kamar rata-rata pada siang hari 40°C sedangkan pada reaktor vertikal seluruh media reaktor terendam air yang mempunyai suhu kamar rata-rata 23°C . Keadaan tersebut berpengaruh terhadap proses biokimia bakteri nitrifikasi yang merombak nitrogen

organik menjadi nitrit dan nitrat.

Nitrogen \longrightarrow garam-garam \longrightarrow garam-garam \longrightarrow garam-garam
organik amonium nitrit nitrat

Proses nitrifikasi akan berjalan cepat pada kondisi yang tidak terendam air dan temperatur tidak terlalu dingin.

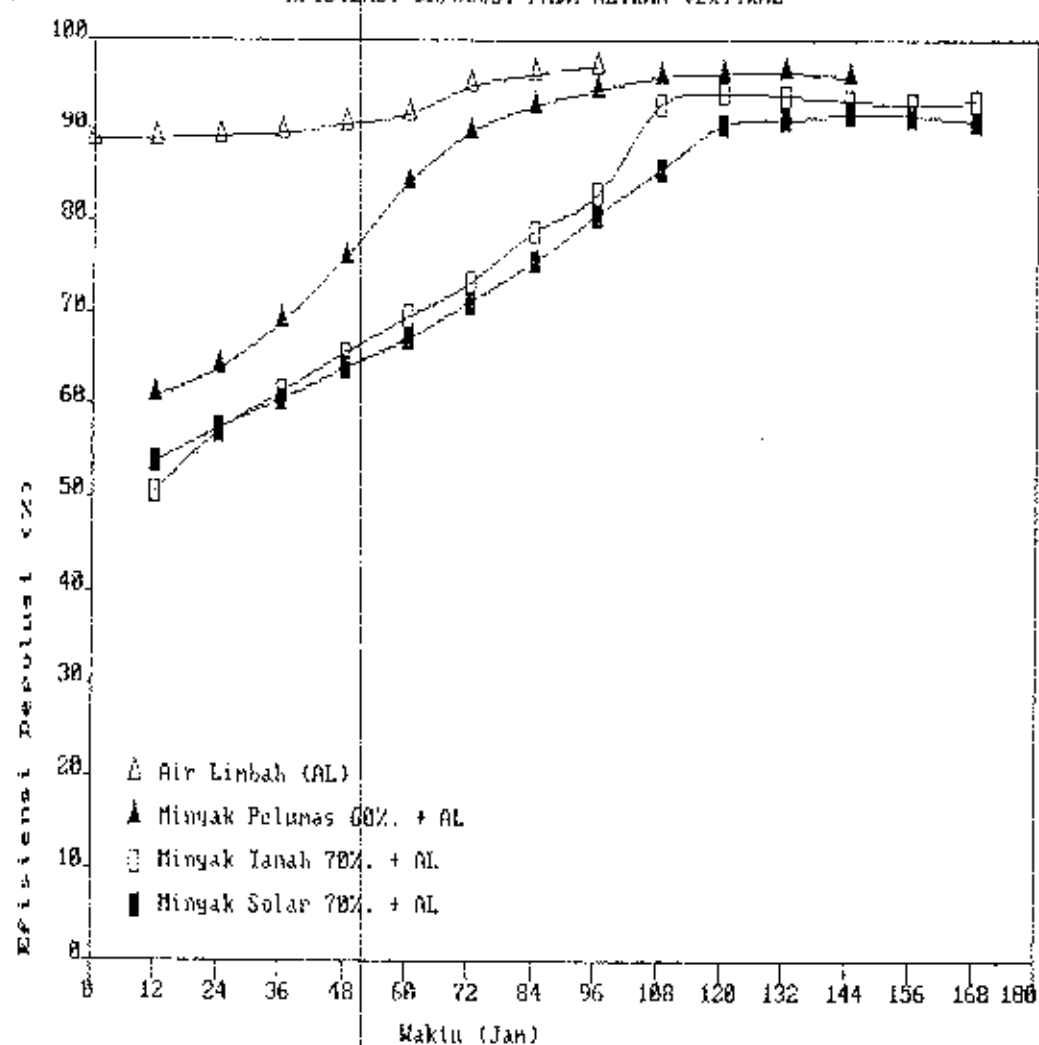
Dengan mengetahui perbedaan suhu yang menyolok tersebut dapat memberi gambaran bahwa laju pertumbuhan bakteri tanah akan cepat pada suhu optimum.

4.6. EFISIENSI PROSES DEPOLUSI

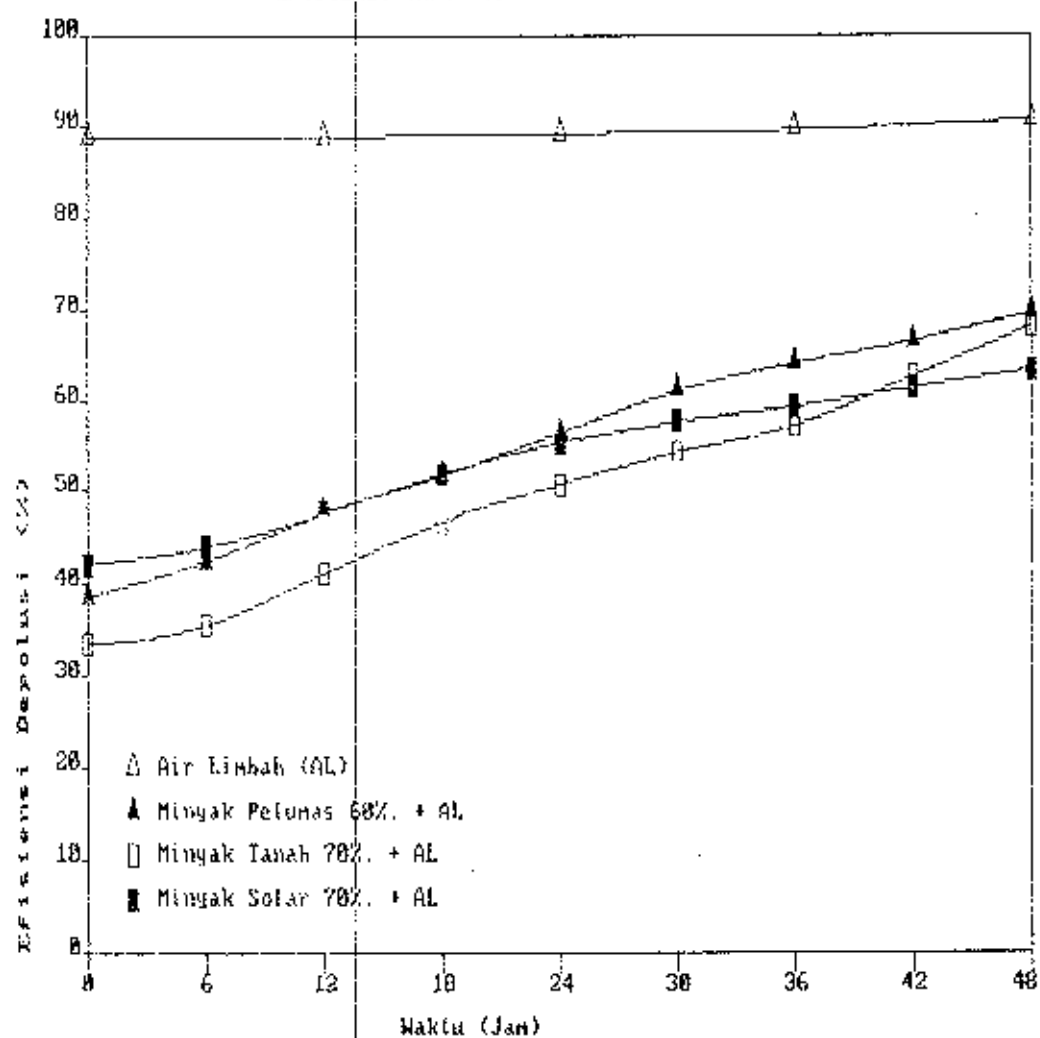
Efisiensi proses depolusi pada aliran vertikal maupun horizontal ada kecenderungan peningkatan sejalan dengan waktu operasi. Peningkatan efisiensi dapat terjadi pertama karena berkurangnya jumlah minyak yang terdapat dalam tanah, kedua kemudian diikuti oleh peningkatan jumlah mikroba tanah. Perbandingan efisiensi pada kedua macam aliran dapat dilihat pada grafik 4.19 sampai 4.24.



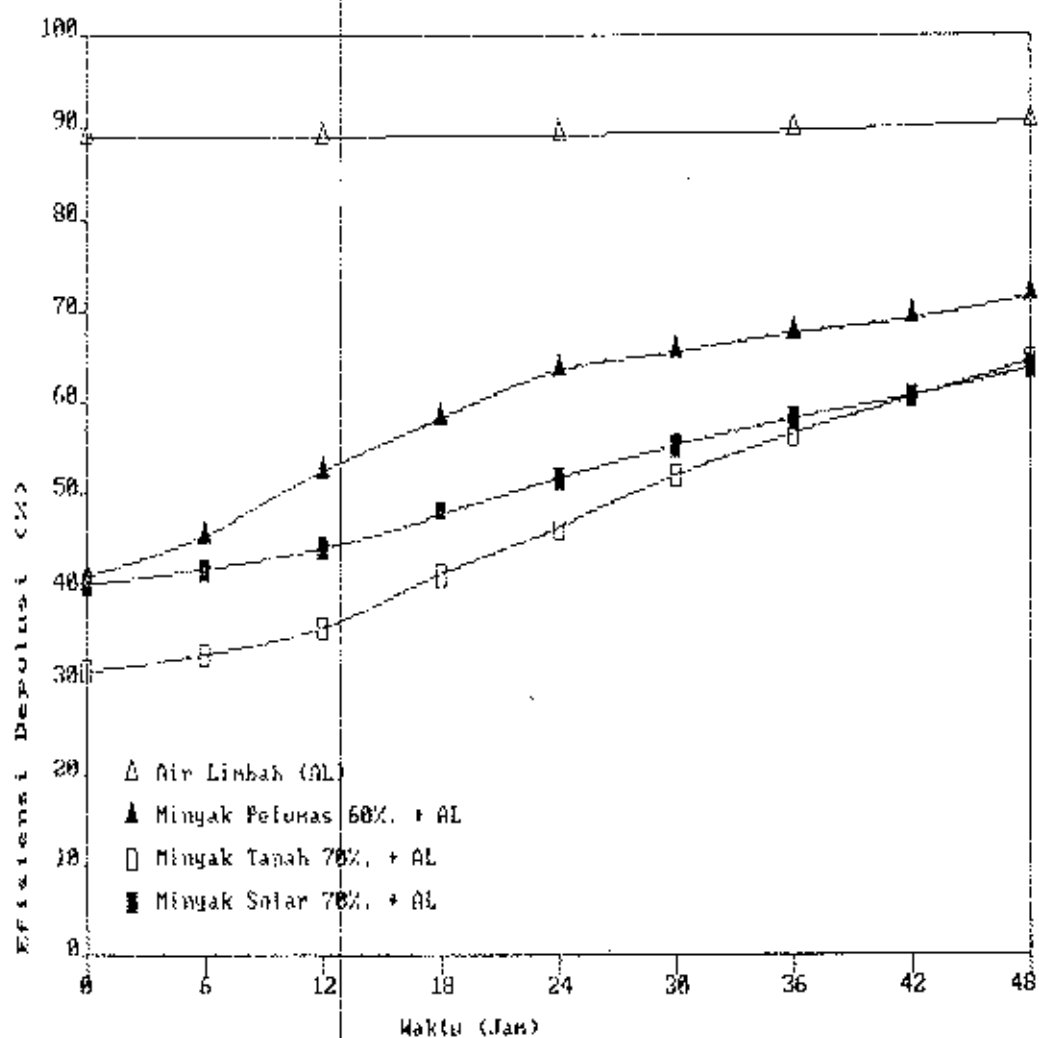
GRAFIK 4.19 Pengukuran ke-1
EFISIENSI DEPOLUSI PADA ALIRAN VERTIKAL



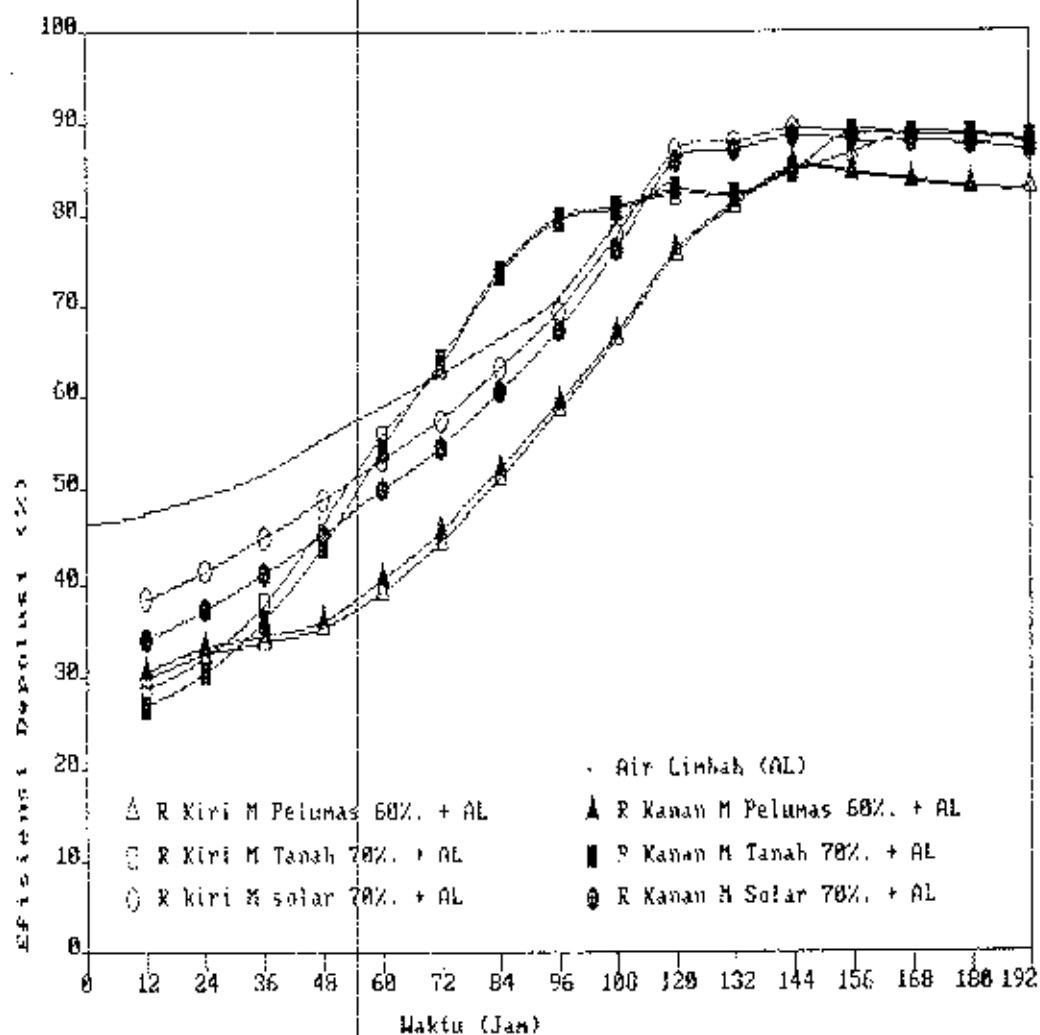
GRAFIK 4.20 Pengukuran ke II
EFISIENSI DEPOLUSI PADA ALIRAN VERTIKAL



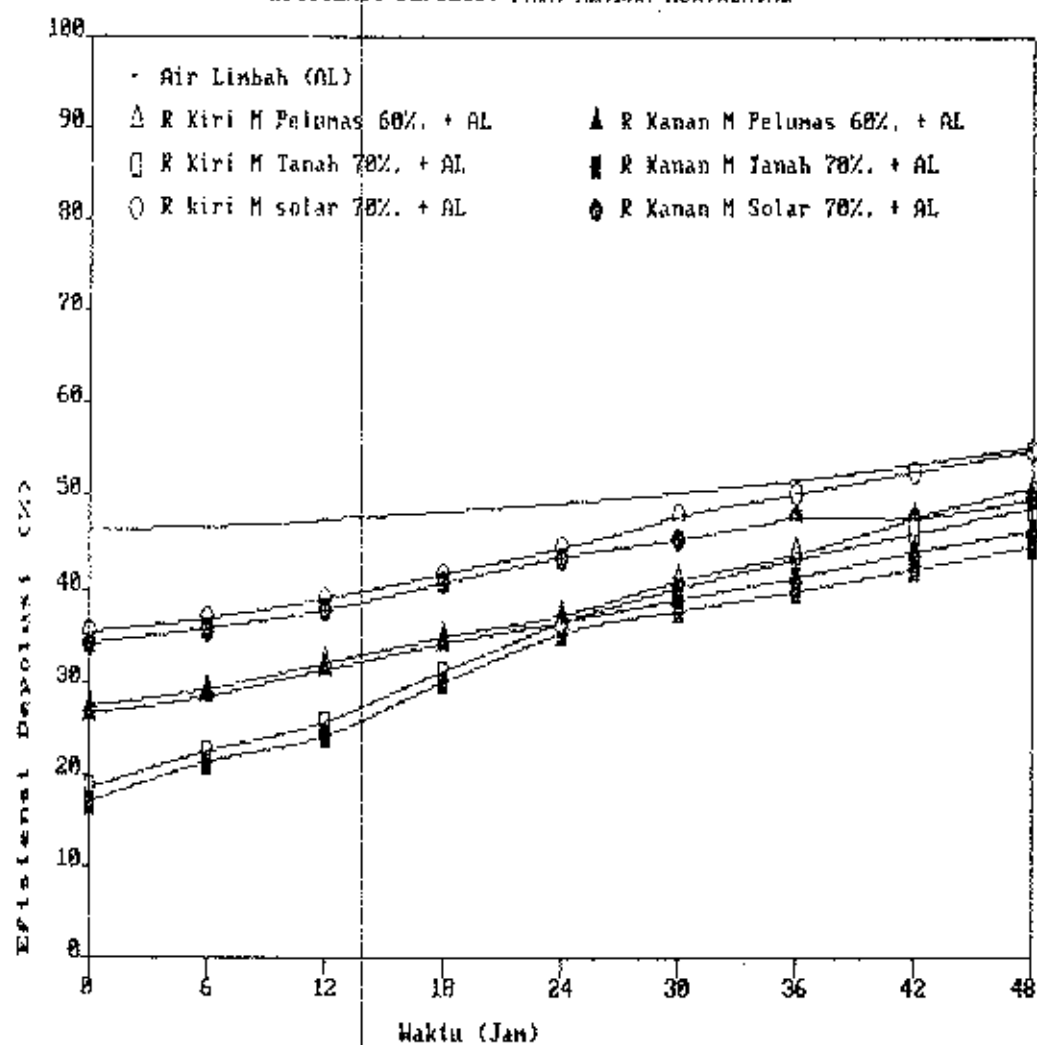
GRAFIK 4.21 Pengukuran ke III
EFISIENSI DEPOLUSI PADA ALIRAN VERTIKAL



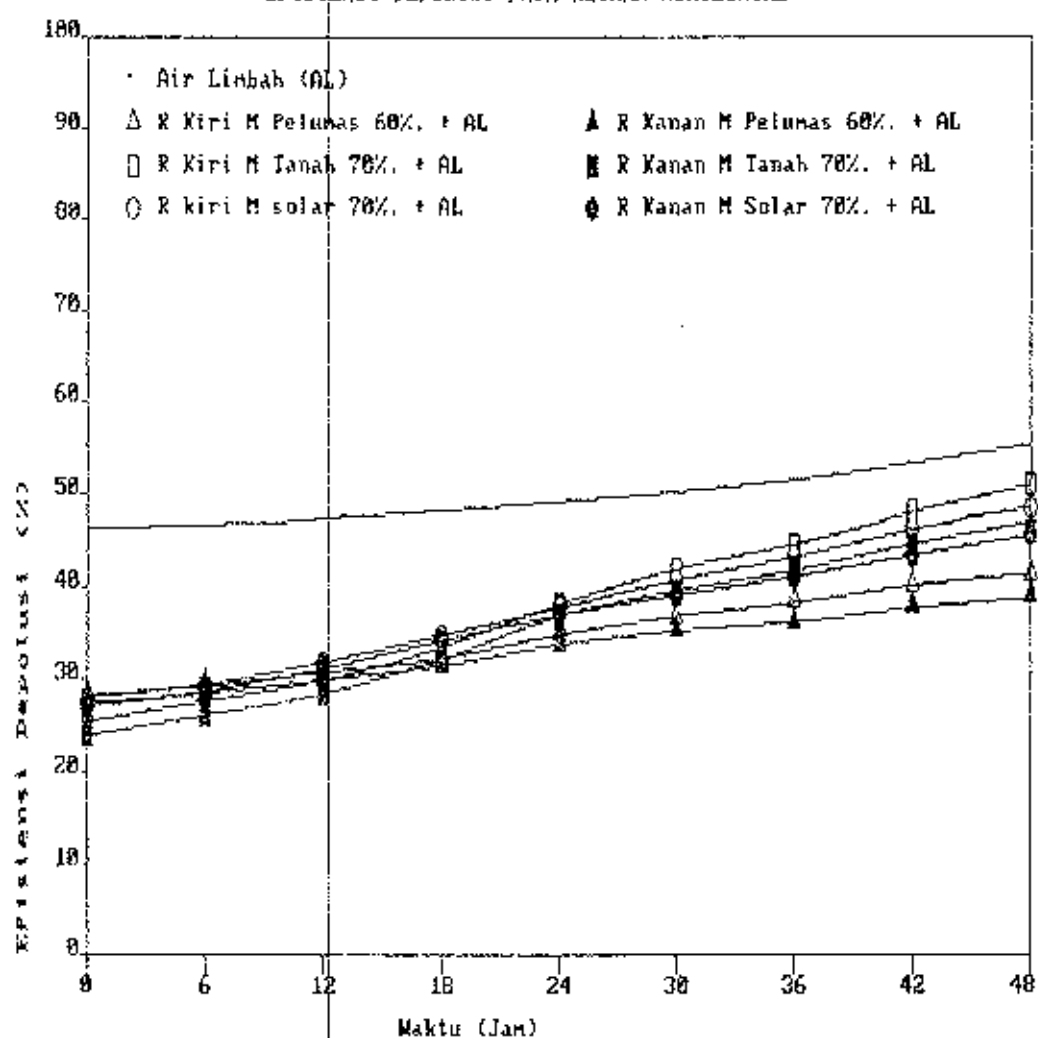
GRAFIK 4.22 Pengukuran ke I
EFISIENSI DEPOLUSI PADA ALIRAN HORIZONTAL



GRAFIK 4.23 Pengukuran ke II
EFISIENSI DEPOLUSI PADA ALIRAN HORIZONTAL



GRAFIK 4.24 Pengukuran ke III
EFISIENSI DEPOLUSI PADA ALIRAN HORIZONTAL



Pada proses depolusi aliran vertikal menunjukkan bahwa efisiensi removal pada campuran minyak pelumas memberikan hasil depolusi yang lebih baik bila dibandingkan dengan minyak tanah maupun minyak solar. Hal tersebut dapat terjadi karena minyak pelumas bekas telah mengalami proses pemanasan yang cukup tinggi dan proses oksidasi yang berlangsung cukup lama sehingga dapat memungkinkan sifat toxic dari minyak pelumas bekas adalah rendah, sehingga mikroorganisme dalam menguraikan zat organik dari hidrokarbon minyak dapat tumbuh dengan baik dan memberikan efisiensi depolusi yang lebih baik dari pada minyak tanah dan minyak solar.

Kemudian bila kita tinjau lagi antara efisiensi removal proses batch dan continuous terjadi perbedaan 5 sampai 30 persen. Kejadian demikian dapat terjadi karena pertama, proses batch adalah proses diam yaitu jumlah influen dan effluen tetap yang menyebabkan proses fisik, kimia dan biologi terbatas, kedua pada batch jumlah media terbatas sedangkan jumlah influen berlebih dalam pengertian jumlah limbah membasahi seluruh media.

Dengan melihat kenyataan demikian tentunya jumlah konsentrasi minyak dalam tanah bisa diperbesar lagi bila ditinjau pada aliran kontinyu, namun jika perlu dilakukan penambahan konsentrasi minyak dalam tanah tentunya perlu dipertimbangkan sampai berapa persen efisiensi removal aliran

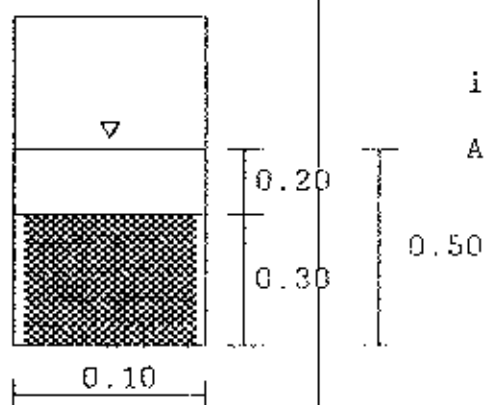
kontinyu yang diinginkan. Mengingat besarnya konsentrasi minyak dalam tanah yang telah diaplikasikan pada aliran kontinyu removalnya mencapai kurang lebih 30% dengan angka COD 220 mg/l pada reaktor horizontal dan removal pada reaktor vertikal kurang lebih 55% dengan angka COD 150 mg/l. Bila ditinjau berdasarkan baku mutu sesuai dengan SK GUB JATIM 414/1987 Gol I keadaan tersebut pada awal operasi tidak memenuhi, dan setelah beroperasi antara 3 sampai 4 hari keadaan tersebut baru bisa memenuhi baku mutu sesuai SK GUB JATIM 414/1987 Gol I, akan tetapi keadaan demikian diikuti terjadinya penurunan konduktivitas hidraulik pada kedua jenis reaktor.

4.7. KONDUKTIVITAS HIDRAULIK

Konduktivitas hidraulik dihitung dengan menggunakan rumus Darcy, dengan formula sebagai berikut;

$$K = \frac{Q}{A \times i}$$

REAKTOR VERTIKAL

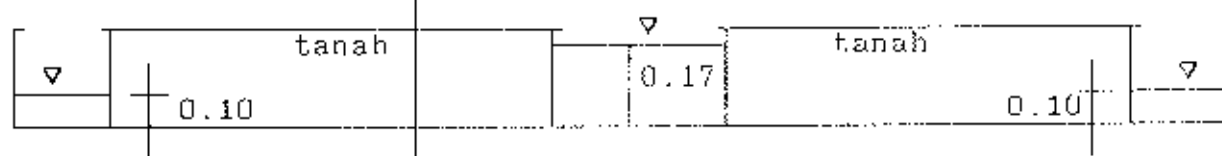


i reaktor vertikal = 1.6667 m/m

A reaktor vertikal = 0.1 m²

gambar 4.04

REAKTOR HORIZONTAL



gambar 4.05

i reaktor horizontal = 0.412 m/m

A reaktor horizontal = 0.03 m²

Hasil-hasil perhitungan konduktivitas ditampilkan pada label L.08 sampai L.27.

/ Dengan melihat dan membandingkan antara konduktivitas hidraulik aliran vertikal maupun horizontal pada umumnya reaktor dengan luas penampang lebih besar akan menghasilkan konduktivitas lebih besar dari pada reaktor dengan luas penampang kecil.

Dari hasil pengukuran konduktivitas berdasarkan waktu, terjadi perubahan. Dimana makin lama reaktor beroperasi akan semakin kecil konduktivitasnya. Kejadian ini dikarenakan oleh terjadinya proses fisik, kimia dan adanya aktivitas mikroorganisme tanah, yang menyebabkan penutupan sebagian pori tanah, sehingga mengurangi porositas tanah yang berakibat pada penurunan konduktivitas hidraulik tanah. /

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat di simpulkan sebagai berikut :

1. Kelarutan minyak dalam air :

Minyak pelumas = 1457 mg/l

Minyak Tanah = 1873 mg/l

Minyak Solar = 1717 mg/l

2. Batasan konsentrasi minyak maksimum pada tanah yang sesuai untuk diterapkan pada proses aliran kontinyu adalah :

- Minyak Pelumas 60%.

- Minyak Tanah 70%.

- Minyak Solar 70%.

3. Pada awal operasi keberadaan minyak dalam tanah (sesuai dengan konsentrasi pada point 2) memberikan pengaruh terhadap penurunan efisiensi removal depolusi air limbah kurang lebih 40% pada reaktor vertikal dan pada reaktor horizontal kurang lebih 15%.

4. Pertumbuhan bakteri clostridium akan tumbuh dengan baik pada reaktor yang tidak terendam oleh air limbah.

5. Proses depolusi air limbah dalam kondisi steril pada proses batch menunjukkan bahwa reaktor tanah tanpa adanya aktivitas mikroorganisme dapat mereduksi zat-zat organik yang berasal dari air limbah maupun dari zat organik minyak secara fisik dan kimia.
6. Konduktivitas hidraulik pada reaktor aliran vertikal termasuk dalam kelas sedang dan pada reaktor aliran horizontal termasuk dalam kelas agak rendah.
7. Untuk pengoperasian dilapangan pada tanah yang terkontaminasi dengan minyak disarankan sebelum dialiri secara kontinyu dengan air limbah, perlu dilakukan pembasahan tanah lebih dulu dengan air limbah kurang lebih 4 hari yang dimaksudkan untuk memberikan tenggang waktu bakteri untuk berkembang biak.

DAFTAR PUSTAKA

1. Prof. Dr. Ir W.Verstaete, Biotechnological Proses In Environmental technology, LAB GENERAL & APPLIED MICROBIAL ECOLOGY UNIVERSITY OF GENT.
2. Henry D. Foth, "DASAR-DASAR ILMU TANAH", Gajah Mada Uneversity Press, 1988.
3. Harry O. Buckman & Nyle. C. Brady, "ILMU TANAH", alih bahasa Prof. Dr. Soegiman, Penerbit Bhatara Karya Aksara-Jakarta, 1982.
4. Braja M. Das, Noor Endah, Indrasurya B. Mochtar, " MEKANIKA TANAH".
5. Kim H. Tan " DASAR-DASAR KIMIA TANAH ", Gajah Mada University Press.
6. Anton L. Wartawan, " MINYAK PELUMAS ", PT Gramedia Jakarta.
7. S. Ketaren " MINYAK DAN LEMAK PANGAN ", Penerbit Uneversitas Indonesia.
8. Virgil B.Guthrie, "PETROLIUM PRODUCT HANDBOOK", MC Graw-Hill Book Company, 1960.
9. "ENVIRONMENTAL SAFETY ASSESSMENT OF CHEMICALS", Procter & Gamble European Tecnical Center Professional and Relation - Europe.

10. Kenneth Lee And Eric M. Levy, " BIODEGRADATION OF PETROLIUM IN THE MARINE ENVIRONMENT AND ITS ENHANCEMENT", Departement of Fisheries and Oceans, Bedford Intitute of Oceanography, Dartmounth Nova Scotia, Canada. ✓
11. Joseph S. Fruton , "BIOCHEMISTRY," Departement of Biochemistry Yale Uneversity, 1963. ✓
12. Ralp J.Fessenden & Joan S. Fessenden Uneversity of Montana "KIMIA ORGANIK", edisi ketiga alih bahasa ; Aloysius Pudjaatmaka Ph.D. 1988 Penerbit Erlangga. ✓
13. Wiliam Bowen Sarles, Wiliam Carroll Frazier, Joe Bransford Wilson, Stanley Glenn Knight, "MICROBIOLOGY General and Applied Second edition", Departement of Bacteriology Uneversity of Wiscosin. ✓
14. Drs. Soekarjo, "KIMIA ANORGANIK", Penerbit Bina Aksara, 1984. ✓

Lampiran 1

INFLUEN

Data limbah mentah (pengenceran 10 X)

COD = 406.3 mg/l

BOD = 216.1 mg/l

O&G = 113.0 mg/l

TABEL L.01

Air limbah + tanah tanpa minyak

Hari ke	NON STERIL			STERIL			SELTSIH		
	COD (mg/l)	BOD (mg/l)	O&G (mg/l)	COD (mg/l)	BOD (mg/l)	O&G (mg/l)	COD (mg/l)	BOD (mg/l)	O&G (mg/l)
0	287.7	168.5	0	351.0	197.7	0	63.3	32.2	0
1	190.5	101.4	0	261.3	147.8	0	70.8	46.4	0
3	113.5	64.1	0	200.5	115.4	0	87.0	31.3	0
5	74.8	42.5	0	180.7	102.4	0	108.9	59.9	0
7	58.4	33.2	0	183.4	103.6	0	125.0	70.4	0

TABEL L.02
TREULANSI DITIN BATCH PROSES

Konsentrasi minyak pelumas dalam tanah : 50%.

Hari ke	NON STERIL			STERIL			SELISIH		
	COD (mg/l)	BOD (mg/l)	OKG (mg/l)	COD (mg/l)	BOD (mg/l)	OKG (mg/l)	COD (mg/l)	BOD (mg/l)	OKG (mg/l)
0	354.7	198.2	420	396.7	219.2	562	42.0	21.0	142
1	283.4	159.2	197	339.8	186.5	549	50.4	27.3	352
3	189.0	106.8	0	287.3	160.7	525	98.3	53.9	525
5	149.3	84.8	0	262.3	147.7	506	113.0	62.9	506
7	119.5	68.0	0	243.8	136.4	485	124.3	68.5	485

Konsentrasi minyak pelumas dalam tanah : 60%.

Hari ke	NON STERIL			STERIL			SELISIH		
	COD (mg/l)	BOD (mg/l)	OKG (mg/l)	COD (mg/l)	BOD (mg/l)	OKG (mg/l)	COD (mg/l)	BOD (mg/l)	OKG (mg/l)
0	376.3	210.2	1434	399.1	223.0	1519	22.8	12.7	85
1	302.9	170.2	1238	339.4	189.8	1486	36.5	19.6	248
3	212.0	119.8	1003	294.8	166.0	1426	82.8	46.2	423
5	171.8	97.6	735	268.7	150.4	1368	96.9	52.7	633
7	142.6	81.1	448	249.2	137.7	1312	106.6	56.6	864

Konsentrasi minyak pelumas dalam tanah : 70%.

Hari ke	NON STERIL			STERIL			SELISIH		
	COD (mg/l)	BOD (mg/l)	OKG (mg/l)	COD (mg/l)	BOD (mg/l)	OKG (mg/l)	COD (mg/l)	BOD (mg/l)	OKG (mg/l)
0	404.0	225.7	2445	415.4	233.9	2472	11.4	8.2	27
1	336.9	189.3	2301	349.0	195.3	2422	12.1	6.0	121
3	254.4	143.7	2134	303.8	170.6	2323	54.4	26.9	189
5	211.1	119.9	1946	281.8	157.4	2225	70.7	37.5	279
7	179.5	102.1	1742	260.8	145.9	2130	81.3	43.8	388

IFGEL L.03
 TITRULASI DATA BATCH PROSES AIR LIMBAH

Konsentrasi minyak tanah dalam tanah : 60%.

Hari ke	NON STERIL			STERIL			SELISIH		
	COD (mg/l)	BOD (mg/l)	OKG (mg/l)	COD (mg/l)	BOD (mg/l)	OKG (mg/l)	COD (mg/l)	BOD (mg/l)	OKG (mg/l)
0	371.6	207.6	1018	411.3	231.7	1120	39.7	24.1	102
1	285.4	160.3	845	335.0	188.0	1077	49.6	27.7	232
3	202.6	114.5	647	259.6	150.9	997	67.0	36.5	350
5	144.9	82.3	450	241.4	134.8	925	96.5	52.5	495
7	104.3	59.3	196	224.9	125.6	845	120.6	66.2	649

Konsentrasi minyak tanah dalam tanah : 70%.

Hari ke	NON STERIL			STERIL			SELISIH		
	COD (mg/l)	BOD (mg/l)	OKG (mg/l)	COD (mg/l)	BOD (mg/l)	OKG (mg/l)	COD (mg/l)	BOD (mg/l)	OKG (mg/l)
0	390.0	217.9	1905	417.1	234.1	1959	27.1	16.2	54
1	317.9	178.6	1761	345.5	193.5	1885	27.6	14.9	124
3	228.9	129.3	1584	281.4	157.2	1746	52.5	27.9	162
5	168.2	95.6	1392	250.1	139.7	1615	81.9	44.1	223
7	124.5	70.8	1181	231.8	130.6	1498	107.3	59.8	317

Konsentrasi minyak tanah dalam tanah : 80%.

Hari ke	NON STERIL			STERIL			SELISIH		
	COD (mg/l)	BOD (mg/l)	OKG (mg/l)	COD (mg/l)	BOD (mg/l)	OKG (mg/l)	COD (mg/l)	BOD (mg/l)	OKG (mg/l)
0	417.0	233.0	2955	428.3	239.3	2990	11.3	6.3	35
1	353.5	198.6	2837	367.1	206.9	2877	13.6	9.2	40
3	275.8	155.8	2605	307.0	171.4	2660	31.2	15.6	55
5	217.8	123.8	2347	278.6	157.0	2454	60.8	33.2	107
7	173.2	98.5	2068	261.4	146.7	2280	89.2	48.2	212

TRBEL L.04
TABELASI DATA BATCH PROSES AIR LINBAH

Konsentrasi minyak solar dalam tanah : 60%.

Hari ke	NON STERIL			STERIL			SELISIH		
	COD (mg/l)	BOD (mg/l)	OKG (mg/l)	COD (mg/l)	BOD (mg/l)	OKG (mg/l)	COD (mg/l)	BOD (mg/l)	OKG (mg/l)
0	381.4	213.1	1178	408.1	232.1	1296	26.7	19.1	118
1	299.4	168.2	1010	327.4	185.4	1259	28.0	17.2	249
3	196.1	110.8	816	257.8	145.8	1183	61.7	35.0	367
5	143.2	81.4	598	226.5	127.8	1120	83.3	46.4	522
7	106.5	60.6	365	202.3	113.9	1060	95.8	53.4	695

Konsentrasi minyak solar dalam tanah : 70%.

Hari ke	NON STERIL			STERIL			SELISIH		
	COD (mg/l)	BOD (mg/l)	OKG (mg/l)	COD (mg/l)	BOD (mg/l)	OKG (mg/l)	COD (mg/l)	BOD (mg/l)	OKG (mg/l)
0	394.7	220.5	2039	413.7	234.0	2119	19.0	13.5	80
1	326.4	183.4	1902	347.5	196.1	2060	21.1	12.7	158
3	236.0	133.3	1751	281.1	158.4	1940	45.1	25.1	189
5	173.5	98.6	1575	252.5	143.6	1830	79.0	45.0	255
7	131.0	74.5	1303	229.7	126.9	1732	98.7	52.4	349

Konsentrasi minyak solar dalam tanah : 80%.

Hari ke	NON STERIL			STERIL			SELISIH		
	COD (mg/l)	BOD (mg/l)	OKG (mg/l)	COD (mg/l)	BOD (mg/l)	OKG (mg/l)	COD (mg/l)	BOD (mg/l)	OKG (mg/l)
0	421.3	235.4	2977	436.5	247.2	3028	15.2	11.8	51
1	356.2	200.1	2643	373.7	211.4	2943	17.5	11.2	100
3	281.4	159.0	2675	319.9	180.5	2775	38.5	21.5	100
5	225.1	127.9	2487	292.4	166.3	2622	67.3	36.4	135
7	181.4	103.2	2284	272.3	153.6	2470	90.9	50.5	186

Konsentrasi minyak pelumas dalam tanah : 50%.

Hari ke	NON STERIL			STERIL			SELISIH		
	COD (mg/l)	BOD (mg/l)	DOG (mg/l)	COD (mg/l)	BOD (mg/l)	DOG (mg/l)	COD (mg/l)	BOD (mg/l)	DOG (mg/l)
0	75.3	42.1	433	121.4	68.0	510	46.1	25.9	77
1	64.7	36.3	214	116.0	65.5	497	51.3	29.2	283
3	45.0	25.4	48	109.9	61.6	475	64.9	36.2	427
5	23.5	13.4	0	98.1	54.8	457	74.5	41.4	457
7	5.0	2.8	0	87.1	48.4	440	82.1	45.6	440

Konsentrasi minyak pelumas dalam tanah : 60%.

Hari ke	NON STERIL			STERIL			SELISIH		
	COD (mg/l)	BOD (mg/l)	DOG (mg/l)	COD (mg/l)	BOD (mg/l)	DOG (mg/l)	COD (mg/l)	BOD (mg/l)	DOG (mg/l)
0	118.7	66.3	1400	143.0	80.2	1407	24.3	13.8	7
1	102.1	57.4	1196	141.0	78.7	1375	38.9	21.4	179
3	85.4	48.2	376	137.8	76.6	1320	52.4	28.4	344
5	67.0	38.1	700	128.3	71.9	1263	61.3	33.8	563
7	46.2	26.3	422	113.6	64.2	1209	67.4	37.9	787

Konsentrasi minyak pelumas dalam tanah : 70%.

Hari ke	NON STERIL			STERIL			SELISIH		
	COD (mg/l)	BOD (mg/l)	DOG (mg/l)	COD (mg/l)	BOD (mg/l)	DOG (mg/l)	COD (mg/l)	BOD (mg/l)	DOG (mg/l)
0	204.7	114.4	2388	218.8	123.6	2318	14.1	9.3	-70
1	193.6	108.8	2257	215.5	120.8	2274	21.9	12.0	17
3	177.9	100.5	2013	208.2	116.2	2177	30.3	15.7	164
5	148.4	84.3	1616	187.8	105.2	2085	39.4	20.9	199
7	126.7	71.5	1700	171.0	96.6	2000	45.3	25.1	300

TABEL L.06
TABULASI DATA BATCH PROSES AIR BERSIH

Konsentrasi minyak tanah dalam tanah : 60%.

Hari ke	NON STERIL			STERIL			SELISIH		
	COD (mg/l)	BOD (mg/l)	Oil (mg/l)	COD (mg/l)	BOD (mg/l)	Oil (mg/l)	COD (mg/l)	BOD (mg/l)	Oil (mg/l)
0	96.1	53.7	912	135.8	76.5	1005	39.7	22.8	93
1	85.2	47.9	838	132.1	74.3	960	46.9	26.4	122
3	86.2	37.4	653	129.5	72.0	889	53.3	34.6	236
5	43.9	24.9	422	125.1	69.0	823	81.2	44.1	401
7	14.1	8.0	214	115.6	63.9	762	101.5	55.9	548

Konsentrasi minyak tanah dalam tanah : 70%.

Hari ke	NON STERIL			STERIL			SELISIH		
	COD (mg/l)	BOD (mg/l)	Oil (mg/l)	COD (mg/l)	BOD (mg/l)	Oil (mg/l)	COD (mg/l)	BOD (mg/l)	Oil (mg/l)
0	149.4	83.5	1755	176.5	98.1	1824	27.1	14.6	69
1	137.3	77.1	1668	170.3	94.0	1750	33.0	16.8	82
3	118.8	57.1	1518	159.5	88.2	1618	40.7	21.1	100
5	102.1	58.0	1366	155.6	87.7	1497	53.5	29.7	131
7	72.4	41.2	1181	142.5	80.1	1384	70.1	38.9	203

Konsentrasi minyak tanah dalam tanah : 80%.

Hari ke	NON STERIL			STERIL			SELISIH		
	COD (mg/l)	BOD (mg/l)	Oil (mg/l)	COD (mg/l)	BOD (mg/l)	Oil (mg/l)	COD (mg/l)	BOD (mg/l)	Oil (mg/l)
0	218.4	122.0	2695	229.7	129.1	2744	11.3	7.1	49
1	193.5	108.7	2587	207.1	115.0	2638	13.6	6.9	51
3	175.1	98.9	2350	206.3	113.8	2442	31.2	14.9	92
5	147.1	83.6	2155	187.9	105.9	2258	40.8	22.3	103
7	123.3	70.1	1966	182.5	102.6	2090	59.2	32.4	124

TABEL L.07

TABELASI DATA BATCH PROSES AIR BERSIH

Konsentrasi minyak solar dalam tanah : 60%.

Hari ke	NON STERIL			STERIL			SELISIH		
	COD (mg/l)	BOD (mg/l)	O&G (mg/l)	COD (mg/l)	BOD (mg/l)	O&G (mg/l)	COD (mg/l)	BOD (mg/l)	O&G (mg/l)
0	114.1	63.7	1105	146.7	86.8	1180	32.6	23.1	75
1	93.5	52.5	970	127.7	74.7	1141	34.2	22.2	171
3	68.9	38.9	800	123.9	71.6	1078	55.0	32.7	278
5	42.4	24.1	575	116.7	66.5	1022	74.3	42.4	447
7	21.6	12.3	388	107.0	61.5	961	85.4	49.2	573

Konsentrasi minyak solar dalam tanah : 70%.

Hari ke	NON STERIL			STERIL			SELISIH		
	COD (mg/l)	BOD (mg/l)	O&G (mg/l)	COD (mg/l)	BOD (mg/l)	O&G (mg/l)	COD (mg/l)	BOD (mg/l)	O&G (mg/l)
0	135.5	75.7	1887	154.5	89.3	1940	19.0	13.6	53
1	122.9	69.0	1734	144.0	82.0	1881	21.1	13.0	147
3	98.8	55.8	1600	138.9	79.8	1781	40.1	24.0	181
5	66.0	37.5	1475	127.0	75.1	1680	61.0	37.6	205
7	33.8	19.2	1277	106.0	62.0	1581	72.2	42.8	304

Konsentrasi minyak solar dalam tanah : 80%.

Hari ke	NON STERIL			STERIL			SELISIH		
	COD (mg/l)	BOD (mg/l)	O&G (mg/l)	COD (mg/l)	BOD (mg/l)	O&G (mg/l)	COD (mg/l)	BOD (mg/l)	O&G (mg/l)
0	219.1	122.4	2868	231.1	135.1	2896	12.0	12.7	28
1	198.2	111.3	2716	212.0	122.5	2818	13.8	11.2	102
3	177.4	100.2	2509	207.8	118.4	2655	30.4	18.2	146
5	141.6	80.5	2323	184.7	109.3	2500	43.1	28.8	177
7	102.7	58.4	2153	160.9	91.7	2368	58.2	33.3	215

TABEL L.08
TABELASI DATA UKUR EFLUEN RATA-RATA ALIRAN VERTIKAL
TINJAUAN PADA AIR LIMBAH

WAKTU PENGAMATAN (jam ke)	COD (mg/l)	BOD (mg/l)	DB5 (mg/l)	JUMLAH MIKROBA (koloni)	td (jam)	KONDUKTIVITAS (cm/jam)
0	56.7	32.2	4	1.10E+08	0.35	1.8690
12	55.8	31.7	0	1.38E+08	0.50	1.1910
24	54.3	30.8	0	1.52E+08	0.63	0.9380
36	52.2	29.5	0	1.55E+08	0.79	0.9585
48	47.3	26.9	0	1.80E+08	0.81	0.7400
60	41.0	23.3	0	1.95E+08	0.91	0.6573
72	35.6	20.2	0	2.29E+08	1.15	0.5197
84	25.4	14.4	0	2.67E+08	1.43	0.4170
96	19.2	10.9	0	3.28E+08	1.55	0.3850
108	14.2	8.0	0	3.99E+08	1.75	0.3410

Rata-rata influen ----->

COD : 502.4 mg/l
BOD : 285.6 mg/l
DB5 : 41.9 mg/l



TABEL L.09
TABELASI DATA UKUR KE 1 EFLUEN DATA-DATA ALIRAN VERTIKAL
TINJAUAN PADA KONSENTRASI MINYAK PELUMAS DALAM TANAH 60%.

WAKTU PENGAMATAN	COD (mg/l)	BOD (mg/l)	D&G (mg/l)	JUMLAH MIKROBA (koloni)	td (jam)	KONDUKTIVITAS (cm/jam)
(jam ke)						
12	136.1	77.3	1202	2.05E+07	0.52	1.1394
24	125.5	71.0	1012	2.64E+07	0.64	0.9270
36	103.1	61.0	691	5.18E+07	0.73	0.8131
48	83.9	47.8	409	7.14E+07	0.83	0.7190
60	55.5	31.5	224	8.91E+07	1.02	0.5836
72	35.5	20.1	176	1.05E+08	1.20	0.4979
84	25.4	14.4	28	1.21E+08	1.44	0.4148
96	19.2	10.8	0	1.37E+08	1.58	0.3790
108	14.2	8.0	0	1.51E+08	1.75	0.3410
120	12.8	7.3	0	1.62E+08	1.97	0.3040
132	12.6	7.1	0	1.77E+08	2.12	0.2830
144	14.2	6.0	0	1.93E+08	2.21	0.2710

Data-rata influen ----->
 COD : 348.5 mg/l
 BOD : 197.8 mg/l
 D&G : 81.7 mg/l

TABEL L-10
TABELASI DATA UKUR KE 2 EFLUEN RATA-RATA ALIRAN VERTIKAL,
TINJAUAN PADA KONSENTRASI MINYAK PELUMPS DALAM TANAH 80%.

WAKTU PENCIPTATAN (jam ke)	COD (mg/l)	BOD (mg/l)	JUMLAH MIKROBA (koloni)	td (jam)	KONDUKTIVITAS (cm/jam)
0	254.1	144.3	1.45E+07	0.40	1.4780
6	237.6	134.6	1.60E+07	0.45	1.2870
12	215.9	121.9	1.82E+07	0.52	1.1500
18	200.5	114.3	2.01E+07	0.57	1.0520
24	179.4	102.0	2.31E+07	0.60	0.9911
30	160.7	91.1	2.94E+07	0.66	0.9020
36	148.5	84.3	4.33E+07	0.76	0.7870
42	130.1	78.2	5.34E+07	0.85	0.7010
48	125.5	70.8	6.09E+07	0.93	0.6450

Data-rata influen ---->

COD	=	413.5 mg/l
BOD	=	234.9 mg/l
DSG	=	38.8 mg/l

TABEL L.11
TABEL AGI DATA UKUR KE 3 EFFLUEN RATA-RATA ALIRAN VERTIKAL
1 INJARAN PADI KONSENTRASI MINYAK PELUMAS DALAM TANAH 60%.

WAKTU PENGAMATAN	COD	BOD	ORG	JUMLAH MIKROBA	td	KONDUKTIVITAS
(jam ke)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(koloni)	(jam)	(cm/jam)
0	243.8	138.5	1442	1.51E+07	0.41	1.4570
6	225.5	127.7	1290	1.77E+07	0.46	1.2310
12	197.4	111.5	1134	2.02E+07	0.53	1.1320
18	173.7	93.0	1027	2.23E+07	0.58	1.0200
24	151.5	66.1	917	2.56E+07	0.51	0.9710
30	143.2	81.1	801	3.26E+07	0.68	0.8820
36	134.3	76.2	688	4.82E+07	0.78	0.7680
42	127.0	72.2	567	5.93E+07	0.87	0.6860
48	117.4	66.2	449	6.73E+07	0.98	0.6080

Rata-rata influen ---->

COD : 415.6 mg/l
BOD : 236.1 mg/l
ORG : 32.6 mg/l

TABEL L.12
 TITRASI DAIR UJUR KE 1 EFLUEN RATA-RATA ALIRAN VERTIKAL
 TINJAUAN PROA KONSENTRASI MINYAK TANAH DALAM TANAH 70%.

Raktu Pengamatan	COD (mg/l)	BOD (mg/l)	(O&G) (mg/l)	JUMLAH MIKROBA (koloni)	td (jam)	KONDUKTIVITAS (cm/jam)
(Jam ke)						
12	166.2	94.4	1065	1.44E+07	0.78	0.7820
24	144.7	82.0	849	3.11E+07	0.87	0.6860
36	130.0	73.5	691	4.79E+07	1.00	0.5900
48	115.6	65.9	543	6.21E+07	1.02	0.5830
60	102.3	58.1	374	7.63E+07	1.06	0.5610
72	89.7	50.8	107	9.29E+07	1.14	0.5232
84	79.9	40.3	0	1.09E+08	1.17	0.5120
96	57.8	32.7	0	1.28E+08	1.25	0.4780
108	24.2	28.0	0	1.42E+08	1.36	0.4390
120	19.7	24.0	0	1.54E+08	1.53	0.3900
132	21.0	21.0	0	1.67E+08	1.77	0.3380
144	22.4	19.2	0	1.82E+08	2.18	0.2750
156	24.2	13.8	0	1.99E+08	3.01	0.1990
168	22.9	13.0	0	2.12E+08	4.76	0.1260

Rata-rata influen ---->

COD	:	336.7 mg/l
BOD	:	191.2 mg/l
O&G	:	93.92 mg/l

TABEL L.13
TABELASI DATA UKUR KE 2 EFLUEN RATA-RATA ALIRAN VERTIKAL
TINJAUAN PADA KONSENTRASI MINYAK TANAH DALAM TANAH 70%.

WAKTU PENGAMATAN	COD	BOD	DOG	JUMLAH MIKROBA	td	KONDUKTIVITAS
(jam ke)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(koloni)	(jam)	(cm/jam)
0	275.9	156.7	2020	2.03E+07	0.48	1.21899
6	267.0	151.2	1842	2.15E+07	0.54	1.10899
12	243.6	137.6	1678	2.45E+07	0.58	1.02999
18	220.8	125.8	1556	2.84E+07	0.58	1.02999
24	204.7	116.3	1368	3.67E+07	0.61	0.97099
30	189.4	107.4	1215	4.60E+07	0.70	0.84899
36	176.4	106.1	1057	5.57E+07	0.82	0.72999
42	154.8	87.6	905	6.70E+07	0.99	0.60599
48	131.7	74.3	746	7.82E+07	1.21	0.49199

Rata-rata influen ----->

COD	: 414.2 mg/l
BOD	: 235.3 mg/l
DOG	: 47.7 mg/l

TABEL L.14
 TABULASI DATA UKUR KE 3 EFLUEN RATA-RATA ALIRAN VERTIKAL
 TINJAUAN PADA KONSENTRASI MINYAK TANAH DALAM TANAH 70%.

WAKTU PENGAMATAN	COD (mg/l)	BOD (mg/l)	D&G (mg/l)	JUMLAH MIKROBA (koloni)	td (jam)	KONDUKTIVITAS (cm/jam)
(jam ke)						
0	277.6	157.6	2023	1.88E+07	0.46	1.2840
6	270.4	153.1	1857	1.94E+07	0.49	1.2009
12	258.4	145.9	1696	2.14E+07	0.53	1.1168
18	235.2	134.1	1550	2.56E+07	0.58	1.0270
24	215.0	122.2	1393	3.16E+07	0.60	0.9450
30	193.2	109.5	1236	3.64E+07	0.69	0.8580
36	174.8	99.3	1050	5.49E+07	0.76	0.7820
42	159.2	90.2	911	5.63E+07	0.90	0.6630
48	142.6	80.5	739	7.69E+07	1.05	0.5710

Rata-rata influen ---->

COD	: 403.0 mg/l
BOD	: 228.9 mg/l
D&G	: 20.6 mg/l

TABEL 1.15
TARJILASI DATA UKUR KE 1 EFLUEN RATA-RATA ALIRAN VERTIKAL
TINJAUPN PADA KONSENTRASI MINYAK SOLAR DALAM TANAH 70%.

WAKTU PENGAMATAN	COD (mg/l)	BOD (mg/l)	DO ₅ (mg/l)	JUMLAH MIKROBA (koloni)	td (jam)	KONDUKTIVITAS (cm/jam)
12	159.9	90.2	1587	1.01E+07	0.76	0.7800
24	148.1	83.7	1187	1.93E+07	0.91	0.6570
36	136.6	77.0	899	4.07E+07	1.16	0.5170
48	124.8	70.4	699	6.79E+07	1.17	0.5100
60	113.4	63.9	439	0.69E+07	1.20	0.4980
72	99.4	56.1	223	1.05E+08	1.35	0.4810
84	85.0	47.9	0	1.23E+08	1.31	0.4860
96	66.9	37.7	0	1.41E+08	1.42	0.4200
108	50.1	28.2	0	1.59E+08	1.59	0.3750
120	32.5	18.3	0	1.75E+08	1.69	0.3530
132	31.0	17.4	0	1.96E+08	2.29	0.2610
144	28.5	16.1	0	2.25E+08	2.85	0.2100
156	29.1	16.4	0	2.43E+08	4.34	0.1380
168	31.4	17.7	0	2.64E+08	5.55	0.1080

Rata-rata influen ----->

COD : 346.4 mg/l

BOD : 195.4 mg/l

DO₅ : 104.6 mg/l

TABEL L.16
TABULASI DATA UKUR KE 2 EFLUEN PATA-PATA ALIRAN VERTIKAL
TINJAUAN PADA KONSENTRASI MINYAK SOLAR DALAM TANPAH 70%.

WAKTU PENGAMATAN	COD (mg/l)	BOD (mg/l)	DOG (mg/l)	JUMLAH MIKROBA (koloni)	td (jam)	KONDUKTIVITAS (cm/jam)
(jam ke)						
0	234.9	133.4	1916	1.87E+07	0.47	1.2590
6	227.6	128.9	1693	1.95E+07	0.56	1.0700
12	213.0	120.3	1558	2.08E+07	0.67	0.8830
18	196.2	111.9	1450	2.35E+07	0.71	0.8340
24	181.2	103.0	1290	3.23E+07	0.80	0.7490
36	171.3	92.1	1150	3.98E+07	0.87	0.6890
36	164.9	93.6	1009	4.92E+07	0.96	0.6240
42	156.7	88.7	868	5.89E+07	1.05	0.5700
48	149.2	84.3	720	6.89E+07	1.19	0.5020

Rata-rata influen ----->

COD	:	406.3 mg/l
BOD	:	230.8 mg/l
DOG	:	35.9 mg/l

TABEL. L.17
 TABULASI DATA UKUR KE 3 EFLUEN RATA-RATA ALIRAN VERTIKAL
 TINJAUAN PRODI KONSENTRASI MINYAK SOLAR DALAM TANPAH 70%.

WAKTU PENGAMATAN	COD (mg/l)	BOD (mg/l)	OMG (mg/l)	JUMLAH MIKROBA (koloni)	td (jam)	KONDUKTIVITAS (cm/jam)
(jam ke)						
0	250.8	142.5	1913	1.92E+07	0.45	1.3159
6	244.1	138.3	1675	2.02E+07	0.50	1.1809
12	234.5	132.4	1524	2.28E+07	0.57	1.0430
18	220.1	125.5	1389	2.85E+07	0.86	0.9000
24	203.1	115.5	1233	3.23E+07	0.79	0.7530
30	188.7	106.9	1116	4.10E+07	0.90	0.8630
36	176.4	100.2	988	5.28E+07	1.03	0.5800
42	165.7	93.8	858	6.08E+07	1.22	0.4890
48	153.3	86.6	734	6.80E+07	1.47	0.4080

Data-rata influen ---->

COD	: 421.8 mg/l
BOD	: 239.6 mg/l
OMG	: 39.2 mg/l

TABEL L.18

DEPOLUSI AIR LIMBAH DALAM TANAH ALIRAN HORIZONTAL

Waktu (Jam)	Efluen		Influen			Efluen Kiri				td jam	KONDUKTIVITAS (cm/jam)
	Kiri ml/jam	Kanan ml/jam	COD (mg/l)	BOD (mg/l)	0&G (mg/l)	COD (mg/l)	BOD (mg/l)	0&G (mg/l)	Jumlah Mikroba		
0	722	800	523.4	293.8	133	255.0	144.1	0	6.43E+08	1.39	0.5157
12	655	700	452.5	255.6	110	250.2	140.6	0	7.37E+08	1.53	0.4679
24	580	630	408.8	229.7	87	241.8	136.8	0	8.17E+08	1.72	0.4143
36	500	545	400.3	226.4	70	230.1	130.7	0	8.88E+08	2.00	0.3571
48	370	485	498.9	283.5	0	212.4	120.0	0	9.42E+08	2.70	0.2643
60	340	465	461.1	271.9	0	195.7	109.9	0	1.01E+09	2.94	0.2429
72	330	425	431.8	242.6	118	173.6	101.0	0	1.08E+09	3.03	0.2357
84	290	390	397.7	224.9	98	160.0	90.9	0	1.17E+09	3.45	0.2071
96	255	350	573.1	325.6	45	134.4	76.0	0	1.26E+09	3.82	0.1821
108	225	320	538.2	304.4	32	100.0	56.8	0	1.34E+09	4.44	0.1607
120	200	290	536.1	301.2	100	75.8	42.9	0	1.43E+09	5.00	0.1429

Rata-rata influen ----> COD : 476.0 mg/l
 BOD : 269.1 mg/l
 0&G : 72.1 mg/l

Efluen Kanan				td	KONDUKTIVITAS
COD (mg/l)	BOD (mg/l)	0&G (mg/l)	Jumlah Mikroba		
260.9	148.2	0	5.59E+08	1.25	0.5714
255.2	144.2	0	6.25E+08	1.42	0.5000
247.1	138.8	0	6.81E+08	1.58	0.4500
237.7	134.4	0	6.73E+08	1.83	0.3893
217.3	123.5	0	8.19E+08	2.06	0.3464
199.6	112.9	0	8.54E+08	2.15	0.3321
182.5	103.7	0	9.02E+08	2.35	0.3036
165.3	93.5	0	1.01E+09	2.56	0.2786
137.5	78.1	0	1.06E+09	2.85	0.2500
102.0	57.6	0	1.12E+09	3.12	0.2286
77.5	43.5	0	1.08E+09	3.44	0.2071

TABEL L.19

TABULASI DATA UKUR KE 1

DEPOLUSI AIR LIMBAH DALAM TANAH ALIRAN HORIZONTAL DENGAN KONSENTRASI MINYAK PELUMAS DALAM TANAH 50%.

Waktu (Jam) ke	Efluen		Influen			Efluen Kiri				td (jam)	KONDUKTIVITAS (cm/jam)
	Kiri (ml/jam)	Kanan (ml/jam)	COD (mg/l)	BOD (mg/l)	DB (mg/l)	COD (mg/l)	BOD (mg/l)	DB (mg/l)	Jumlah Mikroba		
12	670	650	325.5	182.8	110	216.2	122.1	1300	5.61E+07	1.49	0.4786
24	580	550	308.5	174.3	87	207.9	117.4	1132	1.06E+08	1.72	0.4143
36	500	450	300.2	168.9	0	201.1	114.7	952	2.18E+08	2.00	0.3571
48	440	380	298.6	168.7	0	198.9	115.3	738	3.78E+08	2.27	0.3143
60	410	340	318.1	179.7	0	187.3	112.1	512	5.10E+08	2.44	0.2929
72	350	320	311.8	176.2	110	171.0	110.6	224	6.43E+08	2.86	0.2500
84	320	290	297.4	167.1	98	150.6	107.7	24	7.37E+08	3.13	0.2286
96	270	250	293.7	165.9	45	127.8	94.4	0	8.17E+08	3.70	0.1929
108	250	220	288.3	162.8	32	103.5	55.9	0	8.88E+08	4.00	0.1786
120	200	180	303.3	171.5	106	74.9	44.3	0	9.42E+08	5.00	0.1429
132	180	160	313.5	177.3	81	58.4	34.6	0	1.00E+09	5.56	0.1286
144	170	140	283.2	160.2	72	45.2	27.3	0	1.05E+09	5.88	0.1214
156	145	120	280.8	158.8	0	47.9	28.3	0	1.11E+09	6.90	0.1036
168	120	100	356.4	201.6	0	50.5	29.9	0	1.17E+09	8.33	0.0857
180	115	85	331.6	189.3	0	52.7	31.2	0	1.24E+09	8.70	0.0821
192	95	80	316.2	178.8	88	53.1	31.4	0	1.30E+09	10.5	0.0679

Rata-rata influen ----> COD : 308.1 mg/l
 BOD : 174.0 mg/l
 DB : 52.3 mg/l

Efluen Kanan				td (jam)	KONDUKTIVITAS (cm/jam)
COD (mg/l)	BOD (mg/l)	DB (mg/l)	Jumlah Mikroba		
213.8	120.3	1250	6.45E+07	1.54	0.4613
205.6	115.7	1098	1.22E+08	1.82	0.3929
201.9	114.6	925	2.51E+08	2.22	0.3214
196.7	111.7	710	1.35E+08	2.63	0.2714
183.3	104.0	492	5.81E+08	2.94	0.2429
167.3	95.0	235	7.20E+08	3.13	0.2286
147.4	82.9	43	8.25E+08	3.45	0.2071
125.3	70.5	0	9.15E+08	4.00	0.1786
101.5	57.1	0	9.86E+08	4.55	0.1571
73.4	41.7	0	1.05E+09	5.26	0.1357
57.3	32.5	0	1.11E+09	6.25	0.1143
45.3	25.7	0	1.17E+09	7.14	0.1000
47.0	26.7	0	1.23E+09	8.33	0.0857
49.5	28.1	0	1.30E+09	10.0	0.0714
52.1	29.3	0	1.38E+09	11.7	0.0607
52.5	29.5	0	1.44E+09	12.5	0.0571

TABEL L.20

TABULASI DATA UKUR KE 2

DEPOLUST AIR LIMBAH DALAM TANAH ALIRAN HORIZONTAL DENGAN KONSENTRASI MINYAK PELUMAS DALAM TANAH 60%.

Waktu (Jam)	Efluen		Influen			Efluen Kiri				td (jam)	KONDUKTIVITAS (cm/jam)
	Kiri ml/jam	Kanan ml/jam	COD (mg/l)	BOD (mg/l)	U&G (mg/l)	COD (mg/l)	BOD (mg/l)	U&G (mg/l)	Jumlah Mikroba		
0	590	780	432.5	182.8	0	300.6	122.1	1428	2.35E+07	1.59	0.42142
6	565	747	426.2	174.3	0	296.4	117.4	1382	3.89E+07	1.76	0.40357
12	545	720	415.8	168.9	0	290.0	114.7	1296	5.98E+07	1.83	0.38928
18	510	674	410.0	168.7	0	283.8	115.3	1220	8.19E+07	1.96	0.36428
24	480	635	398.9	179.7	0	272.6	112.1	1125	1.19E+08	2.08	0.34285
30	445	588	430.0	176.2	110	264.5	110.6	1034	1.64E+08	2.24	0.31785
36	405	535	426.3	167.1	95	258.1	107.7	940	2.24E+08	2.46	0.28928
42	380	502	422.7	165.9	70	250.1	94.4	846	2.94E+08	2.63	0.27142
48	355	469	418.4	162.8	30	241.9	55.9	752	3.72E+08	2.81	0.25357

Rata-rata influen ----> COD : 419.0 mg/l
 BOD : 171.8 mg/l
 U&G : 32.8 mg/l

Efluen Kanan				td (jam)	KONDUKTIVITAS (cm/jam)
COD (mg/l)	BOD (mg/l)	U&G (mg/l)	Jumlah Mikroba		
303.9	170.9	1432	1.93E+07	1.28	0.5571
299.6	168.5	1400	3.19E+07	1.76	0.5335
293.1	164.3	1327	4.90E+07	1.83	0.5146
286.8	161.3	1252	6.71E+07	1.96	0.4816
277.5	156.1	1152	9.75E+07	2.08	0.4533
271.3	152.6	1054	1.34E+08	2.24	0.4202
266.8	150.1	963	1.84E+08	2.46	0.3824
260.7	146.6	864	2.41E+08	2.63	0.3588
255.6	143.8	755	3.05E+08	2.81	0.3352

ABSTRAKSI DATA UKUR KE 3

Table 6.03.

Waktu (Jam)	Efluen			Influen			Efluen Kiri					td	KONDUKTIVITAS (cm/jam)
	Kiri ml/jam	Kanan ml/jam	COO (mg/l)	COO (mg/l)	BOD (mg/l)	O&G (mg/l)	COO (mg/l)	BOD (mg/l)	O&G (mg/l)	Juniah Mikroba			
0	485	600	441.0	182.8	70	308.4	122.1	1423	2.48E+07	2.06	0.3834		
6	450	554	436.5	174.3	58	900.6	117.4	1384	3.91E+07	2.22	0.3214		
12	410	505	423.8	168.9	55	287.6	114.7	1290	5.96E+07	2.43	0.2909		
18	380	468	418.7	168.7	0	275.5	115.5	1235	8.27E+07	2.53	0.2714		
24	350	430	414.0	179.7	0	266.0	112.1	1096	1.25E+08	2.85	0.2500		
30	325	400	408.2	176.2	120	250.1	110.6	998	1.78E+08	3.07	0.2321		
36	300	370	432.1	167.1	95	237.6	107.7	895	2.25E+08	3.33	0.2136		
42	285	350	426.0	165.9	84	222.0	94.4	791	3.16E+08	3.50	0.2036		
48	275	340	421.5	162.8	50	208.4	55.9	680	3.81E+08	3.65	0.1984		

000	:	424.6	mg/l
900	:	171.8	mg/l
045	:	50.2	mg/l

Efluen Koneksi				td	KONDUKTIVITAS (cm/cm)
ODD (mg/l)	BOD (mg/l)	ORP (mg/l)	Jumlah Hikroba		
311.7	175.3	1439	1.94E+07	1.88	0.4285
303.8	170.3	1390	3.05E+07	1.80	0.3960
290.8	163.5	1295	4.66E+07	1.97	0.3608
279.5	156.6	1220	6.46E+07	2.13	0.3344
268.9	151.3	1100	9.77E+07	2.32	0.3071
258.5	145.4	1006	1.39E+08	2.49	0.2850
248.3	139.7	999	1.76E+08	2.70	0.2640
237.1	133.4	794	2.47E+08	2.85	0.2500
227.3	127.8	702	2.98E+08	2.94	0.2409

TABEL L.22

TABELASI DATA UKUR KE 1

DEPOLUOLUSI AIR LIMBAH DALAM TANAH ALIRAN HORIZONTAL DENGAN KONSENTRASI MINYAK TANAH DALAM TANPAH 70%.

Waktu (Jam)	Efluen		Influen			Efluen Kiri				td (jam)	KONDUKTIVITAS: (cm/jam)
	Kiri ml/jam	Kanan ml/jam	COD (mg/l)	BOD (mg/l)	0&G (mg/l)	COD (mg/l)	BOD (mg/l)	0&G (mg/l)	Mikroba		
12	345	435	353.2	195.5	113	242.2	137.6	1087	6.53E+07	2.89	0.2464
24	325	400	264.0	149.2	90	230.1	130.7	945	1.10E+08	3.07	0.2321
36	290	300	252.8	145.4	87	211.3	120.1	812	2.44E+08	3.44	0.2071
48	270	275	347.6	195.3	125	191.9	103.4	580	4.07E+08	3.70	0.1929
60	260	255	321.1	181.7	100	150.4	04.5	478	5.43E+08	3.84	0.1857
72	240	230	310.0	175.4	97	124.5	69.9	328	6.60E+08	4.16	0.1714
84	215	210	338.0	191.3	88	90.3	50.7	270	7.56E+08	4.65	0.1536
96	195	195	325.5	184.2	122	70.0	39.3	192	8.42E+08	5.12	0.1393
108	175	170	305.4	172.9	114	65.8	37.0	110	9.09E+08	5.71	0.1250
120	160	155	297.7	168.5	105	59.6	33.1	35	9.55E+08	6.25	0.1143
132	146	135	288.6	163.3	82	60.9	33.8	0	9.90E+08	6.84	0.1043
144	135	115	315.5	178.6	74	52.4	28.1	0	1.03E+09	7.48	0.0964
156	120	105	334.0	189.0	55	44.7	24.8	0	1.06E+09	8.33	0.0857
168	100	85	309.0	174.3	48	37.8	21.0	0	1.08E+09	10.0	0.0714
180	95	80	367.4	207.9	79	38.0	21.1	0	1.11E+09	10.5	0.0679
192	90	80	358.1	202.7	92	40.1	22.3	3	1.13E+09	11.1	0.0643

Rata-rata influen ----> COD : 339.5 mg/l
 BOD : 191.7 mg/l
 0&G : 98.6 mg/l

Efluen Kanan				td (jam)	KONDUKTIVITAS: (cm/jam)
COD (mg/l)	BOD (mg/l)	0&G (mg/l)	Mikroba		
248.3	134.1	1098	8.16E+07	2.30	0.3107
235.9	119.8	954	1.38E+08	2.50	0.2857
216.6	101.8	820	3.05E+08	3.33	0.2143
190.0	85.7	586	4.39E+08	3.64	0.1964
155.4	68.8	483	6.65E+08	3.92	0.1821
122.1	62.7	331	8.09E+08	4.35	0.1643
88.5	55.4	273	9.26E+08	4.76	0.1500
68.6	38.3	194	1.03E+09	5.13	0.1393
64.5	36.0	115	1.11E+09	5.88	0.1214
56.4	32.6	44	1.17E+09	6.45	0.1107
59.7	33.4	0	1.21E+09	7.41	0.0964
51.4	28.7	0	1.26E+09	8.70	0.0821
37.0	20.7	0	1.33E+09	9.52	0.0750
38.2	21.3	0	1.35E+09	11.7	0.0607
39.1	21.8	0	1.39E+09	12.5	0.0571
40.0	22.3	0	1.41E+09	12.5	0.0571

TABEL L.23

TABELASI DATA UKUR KE 2

DEPOLUCUSI AIR LIMBAH DALAM TANPAH ALIRAN HORIZONTAL DENGAN KONSENTRASI MINYAK TANPAH DALAM TANPAH 70%.

TABEL L.21

Waktu (Jam)	Efluen		Influen			Efluen Kiri			td (jam)	KONDUKTIVITAS (cm/jam)	
	Kiri ml/jam	Kanan ml/jam	COD (mg/l)	BOD (mg/l)	ORP (mg/l)	COD (mg/l)	BOD (mg/l)	ORP (mg/l)			
0	446	655	424.0	195.5	17	363.1	172.2	2042	2.37E+07	2.24	0.3186
6	420	616	417.5	149.2	0	294.2	157.2	1931	4.28E+07	2.38	0.3000
12	400	690	411.9	145.4	0	285.0	161.9	1780	6.60E+07	2.50	0.2857
18	385	565	403.3	195.3	0	270.6	153.8	1640	3.34E+07	2.60	0.2750
24	360	528	396.7	224.5	0	251.5	141.3	1470	1.23E+08	2.78	0.2571
30	340	500	390.0	220.7	66	235.7	132.4	1310	1.86E+08	2.94	0.2429
36	325	477	388.6	219.9	90	224.4	126.1	1151	2.57E+08	3.08	0.2321
42	315	455	418.6	236.9	23	211.0	118.5	990	3.59E+08	3.12	0.2250
48	303	450	410.8	232.5	0	198.8	111.7	827	4.32E+08	3.25	0.2200

Rata-rata influen ---->

COD : 405.8 mg/l

BOD : 202.2 mg/l

ORP : 16.2 mg/l

Efluen Kanan			td			KONDUKTIVITAS	
COD (mg/l)	BOD (mg/l)	ORP (mg/l)	COD (mg/l)	BOD (mg/l)	ORP (mg/l)	KONDUKTIVITAS	
309.2	174.9	2048	2.81E+07	1.53	0.4676		
300.1	169.7	1943	3.63E+07	1.62	0.4403		
290.7	164.4	1787	5.59E+07	1.45	0.4929		
276.0	155.7	1647	7.92E+07	1.77	0.4036		
256.5	144.7	1474	1.08E+08	1.89	0.3774		
245.4	136.4	1315	1.53E+08	2.00	0.3571		
235.9	132.2	1158	2.14E+08	2.10	0.3407		
224.5	125.8	994	3.04E+08	2.15	0.3521		
214.8	120.4	836	3.66E+08	2.22	0.3214		

TABEL L.24

TABULASI DATA UKUR KE 3

DEPOLUOLUSI AIR LIMBAH DALAM TANAH ALIRAN HORIZONTAL DENGAN KONSENTRASI MINYAK TANAH DALAM TANAH 70%.

Waktu (Jam)	Efluen		Influen			Efluen Kiri				td	KONDUKTIVITAS
	Kiri	Kanan	COD	BOD	DB	COD	BOD	DB	Mikroba		
Ke	ml/jam	ml/jam	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)		(jam)	(cm/jam)
0	560	780	406.8	135.5	52	325.0	184.7	2028	2.15E+07	1.78	0.4000
6	505	710	385.0	149.2	19	300.6	175.3	1924	3.97E+07	1.98	0.3607
12	480	670	382.4	145.4	0	295.8	168.1	1772	6.13E+07	2.08	0.3429
18	455	630	380.1	135.3	0	273.3	155.3	1633	9.09E+07	2.19	0.3250
24	425	590	375.3	212.4	0	252.4	141.8	1465	1.35E+08	2.35	0.3036
30	415	575	420.0	237.7	134	237.6	133.5	1309	1.73E+08	2.40	0.2964
36	390	540	417.7	236.4	80	225.3	126.6	1150	2.49E+08	2.56	0.2786
42	375	520	411.0	232.6	38	214.3	120.4	988	3.58E+08	2.66	0.2679
48	355	495	404.3	229.1	10	204.5	114.9	833	4.32E+08	2.81	0.2536

Rata-rata influen ----> COD : 398.1 mg/l
 BOD : 203.7 mg/l
 DB : 37.0 mg/l

Efluen Kanan				td	KONDUKTIVITAS
COD	BOD	DB	Mikroba		
(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)		(jam)	(cm/jam)
330.9	186.9	2040	1.78E+07	1.28	0.5571
313.2	177.0	1935	3.28E+07	1.40	0.5071
301.7	170.5	1790	5.06E+07	1.49	0.4786
278.8	156.5	1649	7.51E+07	1.58	0.4500
256.9	144.3	1470	1.11E+08	1.69	0.4214
247.4	138.9	1322	1.43E+08	1.73	0.4107
238.7	134.0	1155	2.06E+08	1.85	0.3857
229.2	128.0	988	2.96E+08	1.92	0.3714
219.9	122.8	841	3.57E+08	2.02	0.3536

TABEL L.25

TABULASI DATA UKUR KE 1
DEPOLUSI AIR LINTAH DALAM TANAH ALIRAN HORIZONTAL DENGAN KONSENTRASI MINYAK SOLAR DALAM TANAH 702.

Waktu (Jam)	Efluen			Influen			Efluen Kiri			td (jam)	KONDUKTIVITAS (cm/jam)
	Kiri ml/jam	Kanan ml/jam	DO (mg/l)	BOD (mg/l)	OKG (mg/l)	DO (mg/l)	BOD (mg/l)	OKG (mg/l)	Jumlah Mikrobe		
12	535	655	352.1	192.1	122	209.8	112.3	1878	5.23E+07	1.87	0.3821
24	480	560	337.8	188.9	102	199.4	111.9	1297	1.29E+08	2.17	0.3286
36	405	495	308.4	173.3	68	187.1	104.3	802	2.45E+08	2.47	0.2693
48	365	445	267.5	150.0	94	174.2	97.5	592	3.95E+08	2.74	0.2607
60	325	400	331.5	213.8	108	159.3	89.1	458	5.33E+08	3.08	0.2321
72	300	365	344.2	192.7	81	144.7	81.3	291	8.57E+08	3.33	0.2143
84	280	340	329.9	184.5	88	125.6	70.5	103	7.63E+08	3.57	0.2000
96	255	310	282.6	158.8	53	103.9	58.2	28	8.59E+08	3.92	0.1821
108	225	275	288.8	157.6	90	75.5	42.3	0	9.19E+08	4.44	0.1807
120	200	245	356.4	195.8	85	44.4	24.8	0	79.95E+08	5.00	0.1429
132	175	215	334.6	187.3	67	41.1	23.1	0	1.03E+09	5.71	0.1250
144	150	185	316.2	175.8	114	36.2	20.3	0	1.14E+09	6.62	0.1021
156	130	160	274.1	154.0	85	37.9	21.2	0	1.19E+09	7.69	0.0929
168	115	140	310.0	174.2	72	38.5	21.6	0	1.24E+09	8.70	0.0821
180	100	120	341.1	191.4	73	39.0	21.8	0	1.29E+09	10.0	0.0714
192	90	110	290.0	162.6	69	41.3	23.2	0	1.33E+09	11.1	0.0643

Rata-rata influen ----> DO = 340.5 mg/l
BOD = 190.9 mg/l
OKG = 91.7 mg/l

DO (mg/l)	Efluen Kanan			td (jam)	KONDUKTIVITAS (cm/jam)
	BOD (mg/l)	OKG (mg/l)	Jumlah Mikrobe		
224.5	125.8	1884	5.88E+07	1.53	0.4679
213.4	119.5	1340	1.22E+08	1.79	0.4000
200.2	112.0	890	2.31E+08	2.02	0.3536
186.4	104.7	657	3.73E+08	2.25	0.3181
170.5	95.7	511	5.03E+08	2.50	0.2857
154.8	86.8	323	8.20E+08	2.74	0.2607
134.4	75.2	124	7.20E+08	2.94	0.2429
111.2	62.2	41	8.10E+08	3.23	0.2214
80.8	45.4	0	8.67E+08	3.64	0.1961
47.5	26.7	0	9.27E+08	4.08	0.1750
44.0	24.7	0	9.98E+08	4.65	0.1536
38.7	21.7	0	1.10E+09	5.41	0.1321
40.6	22.7	0	1.15E+09	6.25	0.1143
41.2	23.1	0	1.20E+09	7.13	0.1002
41.7	23.4	0	1.25E+09	8.33	0.0857
44.2	24.8	0	1.29E+09	9.10	0.0784



TABEL L.26

TABELASI DATA UKUR KE 2

DEPOLUSI AIR LIMBAH DALAM TANAH ALIRAN HORIZONTAL DENGAN KONSENTRASI MINYAK SOLAR DALAM TANAH 70%.

Waktu (Jam) ke	Efluen		Influen			Efluen Kiri				td (jam)	KONDUKTIVITAS (cm/jam)
	Kiri ml/jam	Kanan ml/jam	COD (mg/l)	BOD (mg/l)	ODG (mg/l)	COD (mg/l)	BOD (mg/l)	ODG (mg/l)	Jumlah Mikroba		
0	535	687	422.5	236.6	50	302.5	169.3	1900	2.41E+07	1.86	0.3621
6	460	600	419.2	234.5	42	296.0	168.1	1798	3.93E+07	2.17	0.3286
12	405	520	416.8	234.2	0	285.9	160.3	1666	6.03E+07	2.46	0.2893
18	365	470	410.6	230.4	0	273.8	153.3	1534	8.45E+07	2.73	0.2607
24	325	418	433.8	243.2	100	261.3	146.1	1383	1.35E+08	3.07	0.2321
30	300	386	427.9	239.6	70	248.4	139.6	1238	1.80E+08	3.33	0.2143
36	280	360	424.1	237.2	60	237.6	133.3	1090	2.36E+08	3.57	0.2000
42	255	328	416.7	234.1	32	225.3	126.3	943	3.25E+08	3.92	0.1821
48	225	290	409.0	229.5	15	216.1	121.0	796	4.01E+08	4.44	0.1607

Rata-rata influen ----> COD : 420.1 mg/l
 BOD : 235.5 mg/l
 ODG : 41.0 mg/l

Efluen Kanan				td (jam)	KONDUKTIVITAS (cm/jam)
COD (mg/l)	BOD (mg/l)	ODG (mg/l)	Jumlah Mikroba		
306.4	171.8	1917	2.27E+07	1.45	0.4911
299.6	167.7	1852	3.71E+07	1.66	0.4286
289.0	161.7	1716	5.69E+07	1.92	0.3717
276.6	155.4	1570	7.97E+07	2.12	0.3367
264.7	148.5	1424	1.30E+08	2.39	0.2983
255.4	143.2	1275	1.71E+08	2.59	0.2754
246.5	138.0	1118	2.25E+08	2.77	0.2570
236.8	132.4	971	3.10E+08	3.05	0.2341
227.8	129.0	824	3.82E+08	3.44	0.2071

BAKU MUTU SK GUS JATIM 414/1987 GOL. I

Parameter	Konsentrasi
Suhu	35 °C
TDS	1500 mg/l
SS	100 mg/l
pH	6 - 9
Fe	5 mg/l
Mn	0.5 mg/l
Ba	1 mg/l
Cu	1 mg/l
Zn	5 mg/l
Cr (6)	0.05 mg/l
Cr (t)	0.1 mg/l
Cd	0.01 mg/l
Hg	0.001 mg/l
Pb	0.1 mg/l
Sn	0.01 mg/l
As	0.05 mg/l
Se	0.01 mg/l
Ni	0.1 mg/l
Co	0.2 mg/l
CN	0.05 mg/l
H ₂ S	0.01 mg/l
F	1.5 mg/l
Cl ₂	0.02 mg/l
NH ₃ -N	0.5 mg/l
NO ₃	10 mg/l
NO ₂	0.08 mg/l
BOD	30 mg/l
COD	80 mg/l
Det.	0.5 mg/l
Fenol	0.01 mg/l
Miny.	1 mg/l
PCB	- mg/l